

Hotel- und Wohnkomplex am ehemaligen Hallenbad - Machbarkeitsstudie Gebäudebegrünung

Organisationseinheit: Stadtentwicklung (61)	Datum 03.11.2025
--	---------------------

Beratungsfolge			
Ortsrat St. Ingbert-Mitte	Kenntnisnahme	20.11.2025	Ö
Stadtentwicklungs-, Biosphären-, Umwelt- und Demographieausschuss	Kenntnisnahme	25.11.2025	Ö

Sachverhalt

Mit Beschluss des Stadtrates vom 25. April 2024 wurde der Vorhabenbezogene Bebauungsplan Nr. 308.01 "Ehemaliges Hallenbad – Änderung" als Satzung beschlossen (2024/1254 BV). Der entsprechende Durchführungsvertrag zwischen der Mittelstadt St. Ingbert und der Vorhabenträgerin G + G GmbH Co. eGmbH wurde in gleicher Sitzung gebilligt und war Teil des Beschlusses.

Die im Vorfeld erarbeiteten Punktationen in diesem Projekt sahen immer eine verbindliche Umsetzung einer Fassadenbegrünung des neuen Objektes vor. Diese wurde vom Bauherrn auch fest zugesichert. Daher wurde in der o.a. Sitzung des Stadtrates ferner folgender Beschluss gefasst: *"Hinsichtlich der Erstellung einer Fassadenbegrünung wird die Verwaltung beauftragt, eine örtliche Bauvorschrift zu erarbeiten und dem Stadtrat zu gegebenem Zeitpunkt zum Beschluss vorzulegen."*

Grundlage für die Erarbeitung einer solchen örtlichen Bauvorschrift ist die Beauftragung einer entsprechenden Machbarkeitsstudie, die vom Freiburger Büro Cityarc erarbeitet wurde und zwischenzeitlich vorliegt (Anlage 1).

Ein Vertreter des Planungsbüros Cityarc wird die Machbarkeitsstudie in der Sitzung des Stadtentwicklungsausschusses vorstellen.

Die Verwaltung wird aufbauend auf der vorliegenden Machbarkeitsstudie zeitnah eine örtliche Bauvorschrift erarbeiten.

Finanzielle Auswirkungen

keine

Anlage/n

1	Anlage 1 - Machbarkeitsstudie
---	-------------------------------

MACHBARKEITSSTUDIE GEBÄUDEBEGRÜNUNG

- HOTEL UND WOHNKOMPLEX ST. INGBERT-





LEISTUNG

Machbarkeitsstudie Gebäudebegrünung
Hotel und Wohnkomplex, St. Ingbert

AUFTRAG

vom 10.06.2025

AUFTRAGGEBER:IN

Stadtverwaltung St. Ingbert
Abteilung 61 - Stadtentwicklung,
Demografie und Mobilität

Am Markt 12
66386 Sankt Ingbert

VERFASSER:IN



CityArc | Institut für Stadtnatur AG
Augustinerplatz 2
79098 Freiburg
www.cityarc.de

FASSUNGSDATUM

06.10.2025

INHALTSVERZEICHNIS

MACHBARKEITSSTUDIE ST. INGBERT

1.	Zusammenfassung	S. 6
2.	Ausgangslage	S. 7
3.	Bauteile und Zonierung	S. 8
4.	Anforderung Begrünungskonzept	S. 9
5.	Gebäude A und C Begrünungstyp 1	S. 10
5.1	Begrünungstyp 1 Variante 1: Seilkonstruktion	S. 14
5.2	Begrünungstyp 1 Variante 2: Gitterkonstruktion	S. 18
5.3	Begrünungstyp 1 Variante 3: wandgebundene Konstruktion	S. 22
6.	Gebäude A und C Begrünungstyp 2	S. 27
7.	Pflegekonzept für Begrünungstypen 1 und 2	S. 30
8.	Begrünungstyp 3: Dachbegrünung	S. 32
8.1	Begrünungstyp 3: Solargründach	S. 33
8.2	Begrünungstyp 3: Dachgarten	S. 35
9.	Pflegekonzept für Begrünungstyp 3	S. 37
10.	Automatisierte Bewässerung	S. 38
11.	Technikraum	S. 39
12.	Wasserherkunft und Wasserqualität	S. 40
13.	Wasserbedarf	S. 41
14.	Hinweis zur brandschutztechnischen Bewertung	S. 42

MACHBARKEITSSTUDIE ST. INGBERT

15.	Herstellungskosten	S. 43
15.1	Kostenschätzung Bewässerungstechnik	S. 14
15.2	Kostenschätzung Begrünungstyp 1: Variante 1	S. 44
15.3	Kostenschätzung Begrünungstyp 1: Variante 2	S. 44
15.4	Kostenschätzung Begrünungstyp 1: Variante 3	S. 45
15.5	Kostenschätzung Begrünungstyp 2	S. 46
15.6	Kostenschätzung Begrünungstyp 3: Solargründach	S. 47
15.7	Kostenschätzung Begrünungstyp 3: Gartendach	S. 47
16.	Betriebskosten	S. 48
16.1	Kostenschätzung Wartung Bewässerungsanlage	S. 48
16.2	Kostenschätzung Begrünungstyp 1: Variante 1 und 2	S. 48
16.3	Kostenschätzung Begrünungstyp 1: Variante 3	S. 48
16.4	Kostenschätzung Begrünungstyp 2	S. 49
16.5	Kostenschätzung Begrünungstyp 3	S. 49
17.	Wirkung einer Gebäudebegrünung	S. 50
18.	Literaturverzeichnis	S. 53

MACHBARKEITSSTUDIE ST. INGBERT

1. Zusammenfassung

Das Bauvorhaben beinhaltet ein Gebäudekomplex mit einer Einheit als Hotel sowie eine andere Einheit, welche zu dauerhaften Wohnzwecken errichtet werden soll.

Im Rahmen der Neubauplanung des Hotel- und Wohnkomplex soll geprüft werden, inwiefern verschiedene Begrünungsmaßnahmen am Bauvorhaben umsetzbar sind.

Die weitläufigen Dachflächen drängen sich als Standort für Dachbegrünung geradezu auf. In Frage kommen intensive Dachbegrünung mit unterschiedlichen Nutzungsformen und extensive Dachbegrünung in Kombination mit PV-Anlagen.

Zur Begrünung der Fassaden und sonstigen vertikalen Flächen kommen diverse Begrünungssysteme in Frage. Dazu zählen die wandgebundene Begrünung als lineares, modulares und flächiges System sowie das Trog-System mit Kletterpflanzen an Einzelseilen oder Gittern bzw. Seilnetzen.

Im vorliegenden Bauvorhaben werden wir die unterschiedlichen Bereiche und Gegebenheiten zonieren und verschiedene Varianten vorstellen.

Alle Lösungsansätze erfüllen grundsätzlich die Ziele der angestrebten Gebäudebegrünung.

Die Sicherstellung einer dauerhaften Pflege ist dabei jedoch der entscheidende Faktor.

Für die Bewässerung der Gründächer und Fassadenbegrünung empfiehlt sich die Nutzung von Regenwasser, welches sowohl auf den Dachflächen als auch in Zisternen gespeichert und verfügbar gemacht werden kann.

Die Verwendung von Frischwasser ist selbstverständlich ebenso möglich.



Rendering BV Theodor-Heuss-Platz St. Ingbert (Quelle: CityArc)

2. Ausgangslage

Das Baugrundstück für den Neubau befindet sich am Theodor-Heuss-Platz in 66386 St. Ingbert. Die ehemals als Hallenbad genutzte Fläche soll nun in Zusammenarbeit mit mehreren Projektbeteiligten umfassend geplant und bebaut werden. Neben den Projektentwicklern und der Bauherrschaft ist auch die Abteilung Stadtentwicklung maßgeblich in den Planungsprozess eingebunden.

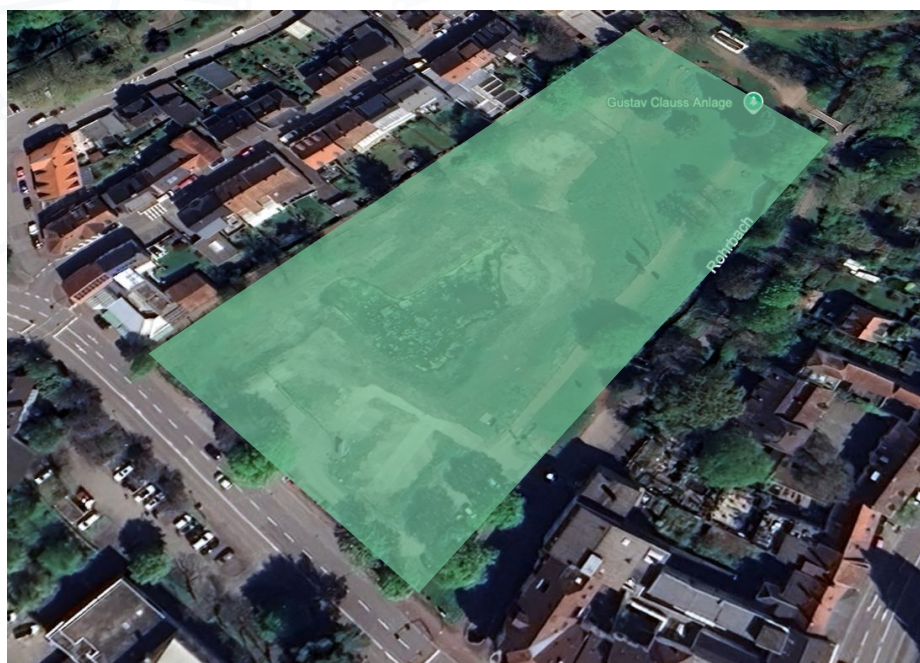
Ziel ist es, das Quartier und den öffentlichen Raum attraktiv zu gestalten. Geplant sind unter anderem Flächen für Gastronomie, ein Hotel, Wohnraum sowie PKW-Stellplätze in Form einer Tiefgarage. Die Möglichkeiten und Vorteile einer Gebäudebegrünung ergänzen das Bauvorhaben in mehreren Ebenen. Gebäudebegrünungen zur Verbesserung des Mikroklimas wirken sich quartierübergreifend auf das städtische Mesoklima aus. Gleichzeitig erzeugt die mit einer konsequenten Gebäudebegrünung verbundene Umfeldverbesserung eine Steigerung der Arbeitsplatzqualität, des Wohnwerts und der sozialen Bindung der Bewohner untereinander.

Am Bauvorhaben Sankt Ingbert sollen folgende Begrünungsarten betrachtet werden.

- Dachbegrünung
- Fassaden- /Vertikalbegrünung

Das Ziel dieser Machbarkeitsstudie ist, zu untersuchen und aufzuzeigen, welche Aspekte es bei der Planung und Ausführung der Dach- und Vertikalbegrünungen zu berücksichtigen gilt.

Bauvorhaben	Neubauvorhaben Hotel- und Wohnkomplex
Begrünungsziel	Dachbegrünung (intensiv); (Dachgarten) Dachbegrünung (extensiv PV); Fassaden- /Vertikalbegrünung;
Ziel der Machbarkeitsstudie	Grundlagenanalyse und Bewertung; Konzepterstellung



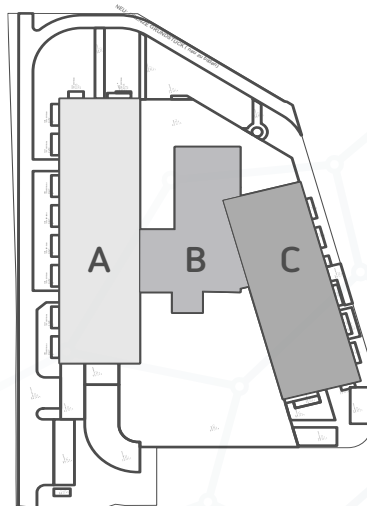
Baugrundstück Theodor-Heuss-Platz St. Ingbert (Quelle: Google Maps modifiziert CityArc)

3. Bauteile und Zonierung

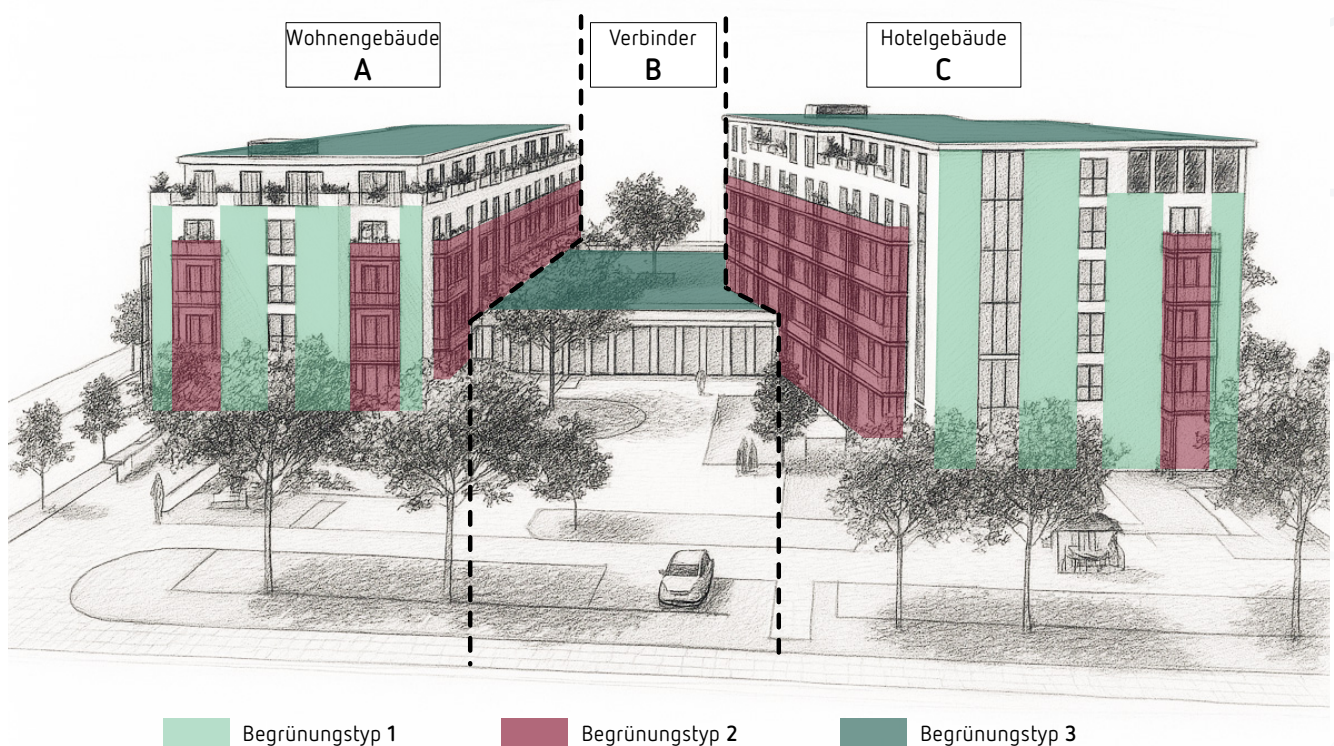
Die Zonierung der verschiedenen Begrünungstypen bildet die Grundlage der möglichen Varianten.

Die Begrünungstypen 1 und 2 weisen Schnittmengen in Bezug auf konstruktive Lösung auf, unterscheiden sich jedoch aufgrund von baulichen Gegebenheiten. Die Pflanzenauswahl wird jeweils an die Exposition, die Begrünungshöhe sowie die Kletterstrategie angepasst.

Begrünungstyp 3 bildet die Grundlage der verschiedenen Varianten für die Dachbegrünung.



Gebäudeteile Aufsicht (Quelle: CityArc)



Begrünungstyp 1

Begrünungstyp 2

Begrünungstyp 3

Gebäudeteile und Begrünungstypen (Quelle: CityArc)

4. Anforderungen Begrünungskonzept

4.1 Baukonstruktive Anforderungen

Baukonstruktive Anforderungen an eine Vertikalbegrünung sind eine ausreichende Statik (Primär- und Sekundärkonstruktion). Fassadenkonstruktion, Begrünung und deren Bauweise sind aufeinander abzustimmen.

Bei der Verwendung von Kletterhilfen oder wandgebundenen Begrünungssystemen sind geeignete Verankerungen vorzusehen, um Dämmung und Gebäudehülle nicht zu beeinträchtigen.

4.2 Gestalterische Kriterien

Begrünungen stellen ein eigenständiges Gestaltungselement für Fassaden dar. Begrünung und Fassadenarchitektur können in ihrer Kombination zu einer erhöhten Gestaltungsqualität der Fassadenansicht führen.

4.3 Vegetationstechnische Anforderungen

Grundsätzlich erfordern Fassadenbegrünungen eine an den Standort angepasste Pflanzenauswahl sowie einen ausreichenden Arbeitsraum für Bau-, Instandhaltungs- und Pflegemaßnahmen ab 2 m Höhe.

Boden- bzw. troggebundene Begrünungen erfordern zudem:

- ausreichend Substratvolumen (durchwurzelbarer Raum)
- geeignetes Substrat
- individuelle Wasser- und Nährstoffversorgung
- für Gerüstkletterpflanzen geeignete Kletterhilfen in Abhängigkeit zur Pflanzenauswahl

wandgebundene Begrünungen erfordern:

- dauerhaft geeignete Vegetationsträger
- individuelle Wasser- und Nährstoffversorgung

4.4 Ökologische Kriterien

Je nach Exposition, Größe und Standort unterscheiden sich die Artenzusammensetzungen und damit das Potenzial als städtisches Habitat oder Trittsteinbiotop. Maßgeblich für die Beurteilung der Begrünung als Habitat ist dabei sowohl die ökologische Bedeutung der verwendeten Pflanzen als auch die Artenvielfalt der Pflanzenauswahl.

4.5 Bauphysikalische Kriterien

Gebäudebegrünungen können mit wenig Raumbedarf eine erhebliche Verbesserung des Mikroklimas bewirken. Die verminderte Aufheizung und verminderte Rückstrahlungsintensität sowie der Kühlungseffekt durch Verdunstung, insbesondere bei wandgebundenen Systemen, wirken sich bei geeigneten Bedingungen positiv auf das Mikroklima im unmittelbaren Umfeld aus.

5. Gebäude A und C: Begrünungstyp 1

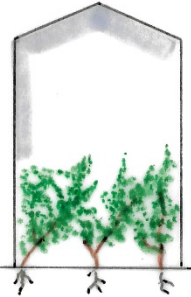
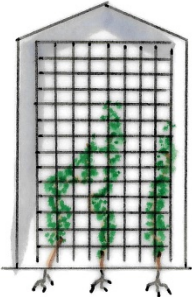
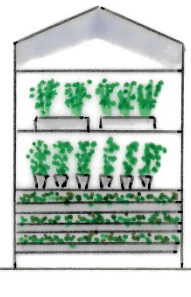
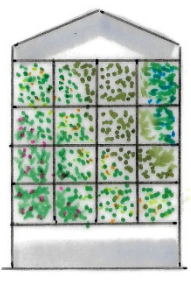
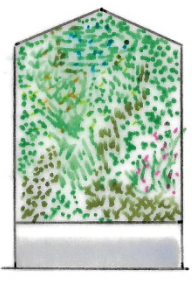
Mit dem Begrünungstyp 1 an den Gebäuden A und B sollen die südwestlichen Stirnseiten der Gebäude begrünt werden. Die Zonierung sieht die freien Flächen zwischen den Fensterlaibungen und den Balkonen vor.

Aus den vorliegenden Plänen ergibt sich folgender Wandaufbau:

- 1) Stahlbetonwand 20,0 cm
- 2) Dämmung 22,5 cm
- 3) Putz 1,0 cm

Auf dieser Grundlage werden folgende Systeme zur Begrünung in Betracht gezogen.

Grundsätzlich geeignete Systeme zur vertikalen Bauwerksbegrünung

Bodengebundene Kletterpflanzen		Wandgebundene Systeme mit Vegetationsträgern		
selbstklimmend	gerüstklettern	horizontal	modular	flächig
				
ungeeignet	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet

Begrünungssystem	Mögliche Varianten	Pflanzenauswahl
Vertikalbegrünung mit verträglichen Gerüstkletterpflanzen an geeigneten Rankhilfen	Pflanzquartier mit Bodenanschluss	An Rankkonstruktion angepasste Kletterpflanzen und Staudenmischpflanzung als Unterpflanzung
	Pflanztrog	
Wandgebundene Fassadenbegrünung mit Trögen, Kletterpflanzen und Unterpflanzung	unterbrochene Rankkonstruktionen	Kletterpflanzen, Stauden und Gräser ggf. auch Kleingehölze
	horizontaler/linearer Vegetationsträger/Pflanztröge	

Wahl der Kletterhilfe

Kletterhilfen sind lichte, lineare, netz- oder gitterartige pflanzengerecht konzipierte Strukturen, an denen Gerüstkletterpflanzen mittels ihrer natürlichen Kletterstrategie möglichst ohne menschliches Zutun emporwachsen.

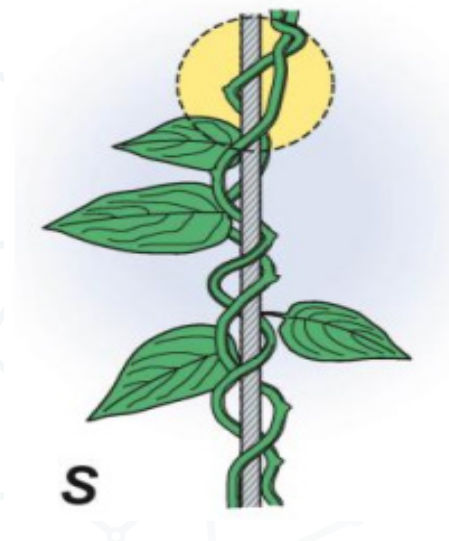
Schlinger benötigen vorwiegend vertikale Strukturen (Durchmesser 0,4 bis 5 cm), vorzugsweise mehrachsig parallel, in Abständen von mind. 20 cm. Abrutschsicherungen bzw. Querverbindungen sind im Abstand von 50 bis 100 cm vorzusehen. Ranker bevorzugen gitter- oder netzartige Konstruktionen mit Maschenweiten von 15x15 bis 40x40 cm. Spreizklimmer benötigen eine vorwiegend horizontale Ausrichtung mit großen Abständen von 30-40 cm oder gitterförmige Strukturen.

Geeignete Kletterhilfen sind Gitter und Netze, bedingt Einzelseile mit Querverbindungen aus nichtrostendem Stahl, oder Gitter aus Glasfaserverbundwerkstoff (GFK), sofern aus brandschutztechnischer Sicht keine Einwände gegen schwer entflammable Bauteile bestehen.

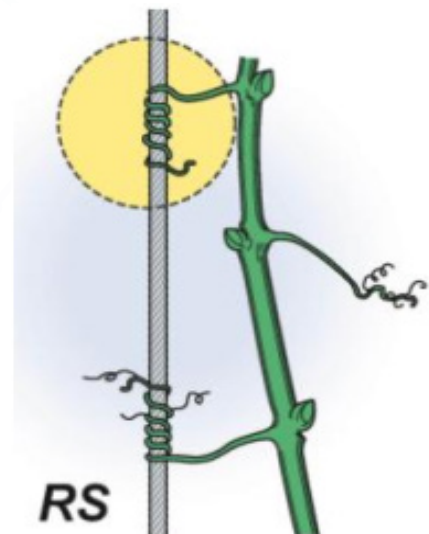
Als Wandabstand der Kletterhilfe empfehlen wir mindestens 15 cm. Dieser ist so gewählt, dass folgende Funktionen erfüllt werden:

- Sicherstellung der Hinterlüftung
- Erleichterung von Schnittmaßnahmen, Triebleitung und Totholzentfernung
- Vermeidung von Zwängungen (Dickenwuchs) und mechanischen Schäden (Scheuern)
- Vermeidung von Laubansammlung und Fassadenverschmutzung

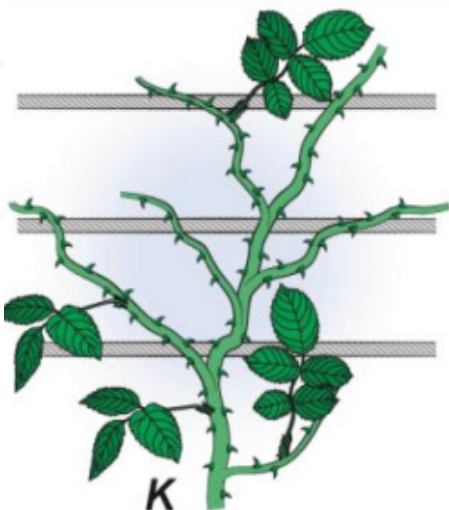
Kletterstrategien der unterschiedlichen Pflanzen



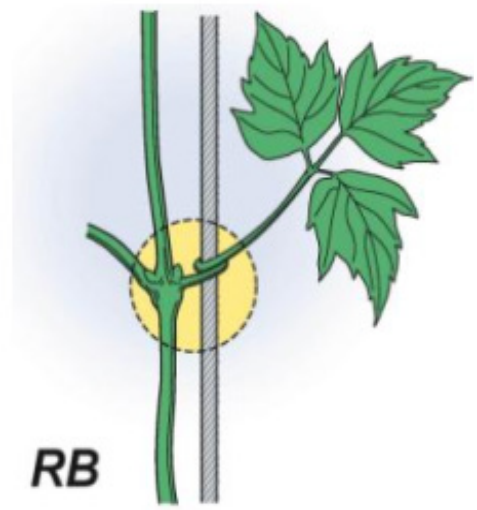
Schlinger



Sprossranker

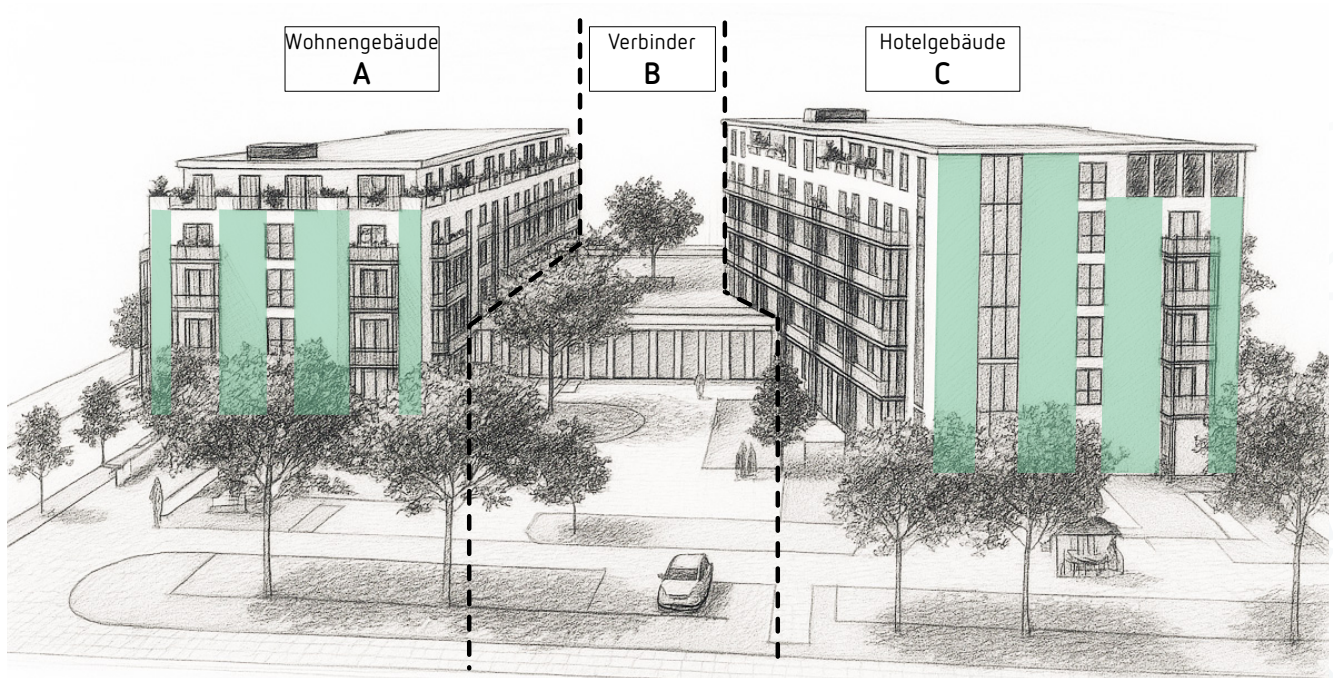


Spreizklimmer



Blattranker

Begrünungstyp 1: Vertikalbegrünung mit bodengebundenen Kletterpflanzen



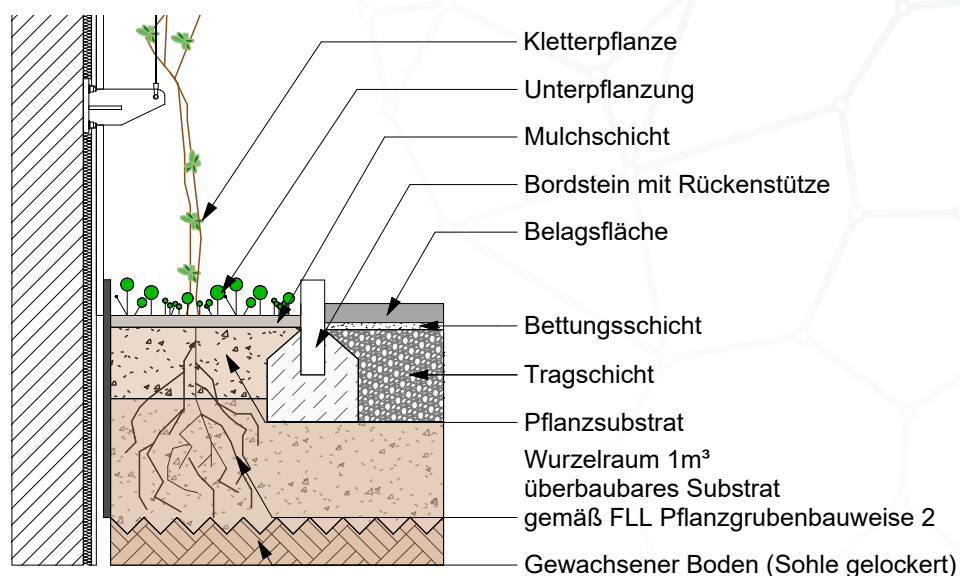
Begrünungstyp 1 (Quelle: CityArc)

Mit dem Begrünungstyp 1 folgen wir dem Konzept der Architekten in der Entwurfsplanung und empfehlen eine bodengebundene Vertikalbegrünung mit verträglichen Kletterpflanzen.

Der Wurzelraum wird mittels Pflanzquartieren hergestellt, wobei der durchwurzelbare Raum pro Pflanze mind. 0,5 m tief sein, sowie 1 m³ umfassen sollte (Angaben FLL „Fassadenbegrünungsrichtlinien“-Boden und Pflanzarbeiten 8.4.2).

Die Pflanzstelle ist so auszubilden, dass eine Schädigung des Bauwerks im Fundamentbereich vermieden wird. Die Beeteinfassung kann mittels Tiefbord hergestellt werden.

Zur Begrünung eignen sich insbesondere sommergrüne Schlinger und Ranker. Eine automatisierte Bewässerung der Pflanzquartiere während der Vegetationsperioden ist zu empfehlen, um den Erhalt der Vitalität während Trockenperioden zu gewährleisten. Die Zugänglichkeit für Pflegemaßnahmen ist sicherzustellen. Der geplante Wandaufbau lässt viele Möglichkeiten für verschieden Rank-, Netz und Gitterkonstruktionen offen. Im folgenden stellen wir 2 Varianten für bodengebundene Standorte sowie eine Variante für ein wandgebundenes System vor.



Regeldetail Bodenquartier mit Kletterhilfe (Quelle: CityArc)

Begrünungstyp 1: Vertikalbegrünung mit trogebundenen Kletterpflanzen

Ein Bodenquartier ist einem Pflanztrog stets vorzuziehen. Aufgrund von Erschließungen oder baulichen Gegebenheiten ist dies jedoch nicht immer möglich. Die folgenden Varianten der Fassadenbegrünung können daher an notwendigen Stellen auch durch Tröge ergänzt werden. Ein Beispiel hierfür ist der Bereich am Gebäude C. Die angrenzende Terrasse könnte – falls notwendig – mit Trögen ausgestattet werden, um ein Pflanzquartier für die Begrünung zu schaffen.

Pflanzgefäße sind dann für Kletterpflanzen geeignet, wenn der Wurzelraum groß genug und eine ausreichende Wasserversorgung gewährleistet ist. Erfahrungsgemäß ist ein Querschnitt von ca. 60x60 cm optimal, um eine dauerhafte Begrünung von bis zu zwei Geschossen zu gewährleisten. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich eine Dämmung der Gefäße als vorteilhaft erweist. Das Pflanzsubstrat muss dauerhaft strukturstabil sein, sowie einen optimalen Wasser- und Lufthaushalt aufweisen. Staunässe und kapillARBrechende Schichten sind dauerhaft zu vermeiden. Die Substrate sind entsprechend den Dachgartensubstraten gemäß FLL-Richtlinie auszuwählen. Insbesondere Kletterpflanzen erfordern einen schattigen Fuß, daher ist eine Unterpflanzung empfehlenswert. Offene Vegetationsflächen sind zu mulchen. Für die gezielte Bereitstellung von Wasser und Nährstoffen wird eine automatisierte Bewässerungsanlage vorgesehen. Sofern die Pflanzgefäße mit verschweißtem Boden hergestellt werden, sind Notüberläufe an den Gefäßen vorzusehen. Für einen bepflanzt und bewässerten Pflanztrog ist mit einer Lastannahme von 500 kg pro laufendem Meter zu rechnen.

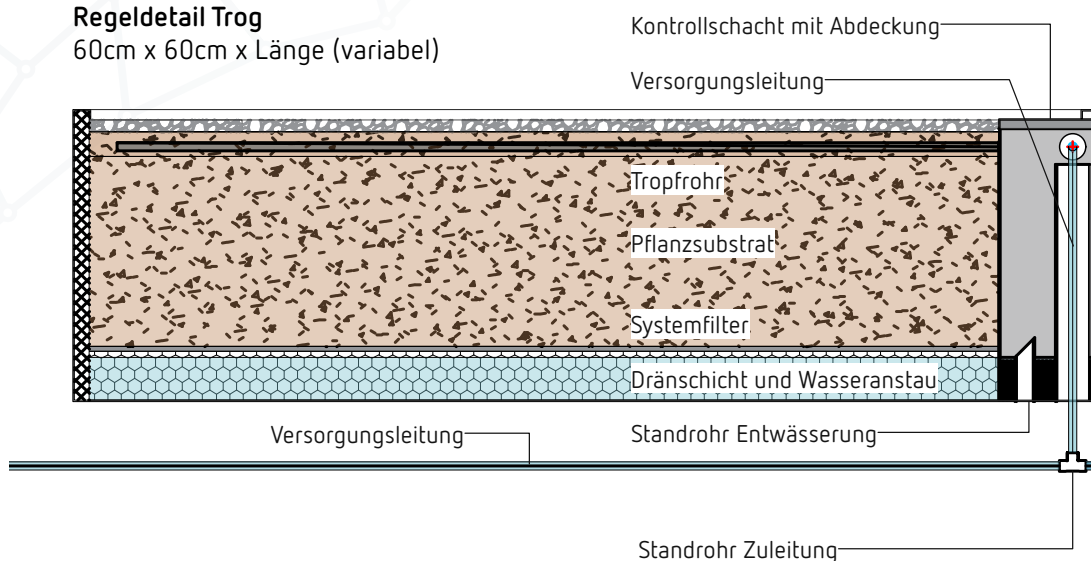


Beispiel Trog Cortenstahl (Quelle: Adezz Carrez)



Beispiel Trog (Quelle: Optigrün)

Regeldetail Trog 60cm x 60cm x Länge (variabel)



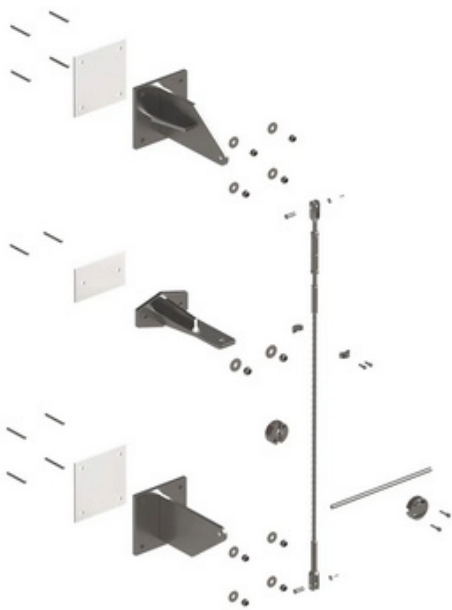
Regeldetail Trog (Quelle: CityArc)

5.1 Begrünungstyp 1: Variante 1: Seilkonstruktion

Eine gespannte Anbringung ist bei Seilen als Kletterhilfe erforderlich. Mit Verspannungen lassen sich vergleichsweise große Halterabstände realisieren. Mit zunehmender Spannweite oder weiteren Wandabständen wirken höhere Belastungen auf die Verankerungen ein als bei anderen Befestigungen. Die Konstruktion mit Seilen kann als filigrane Möglichkeit betrachtet werden und trotz Ihrer Leichtigkeit Pflanzen der Lastklasse 4 vertikal aufleiten.

Verschiedene Hersteller bieten Systemlösungen an, welche neben der Systemstatik speziell an die Anforderung an WDVS Fassaden gerichtet ist. Ein Produktbeispiel wäre das Konsolensystem GREENCABLE HEAVY des Herstellers Carl Stahl ARC GmbH.

Dieses wurde speziell für Fassadenbegrünungen entwickelt, die den hohen Anforderungen von modernen WDVS-Fassaden statisch standhalten müssen. Aufgrund der langen Auskragung gilt es, Bewegungen an der Fassadenaußenhaut auf null zu reduzieren. Mit den Systemen lassen sich Pflanzenwuchshöhen bis zu 24 m realisieren.



Greencable Heavy Explosionszeichnung (Quelle: Carl Stahl GmbH)



Greencable Heavy Systemschnitt (Quelle: Carl Stahl GmbH)



Green City Hotel, Vauban, Freiburg (Quelle: CityArc)



Kletterhilfe Zürich, Schweiz (Quelle: Jakob Rope System)

Gebäude A Begrünungstyp 1

Variante 1: Seilkonstruktion



Fläche begrünt:	88 m ²
Anzahl Kletterpflanzen	14 Stück
Evapotranspiration:	66 l/d
Anzahl Tröge (evtl.)	4 Stück

Gebäude C Begrünungstyp 1

Variante 1: Seilkonstruktion-



Fläche begrünt: 122,6 m²

Anzahl Kletterpflanzen 14 Stück

Evapotranspiration: 92 l/d

Anzahl Tröge (evtl.) 5 Stück

Gebäude A und C Begrünungstyp 1

Pflanzenauswahl für Variante 1

Für die Auswahl geeigneter Kletterpflanzen wurden folgende Kriterien herangezogen:

- Die zu erwartende Wuchshöhe,
- die Wüchsigkeit,
- die Kletter- / Wuchsform (verträgliche Seilkletterpflanzen),
- Standortansprüche, geeignet für Bodenquartier

Die Kombination verschiedener Pflanzenarten kann in Form einer Durchmischung oder abschnittsweise erfolgen. Bei einer Durchmischung verschiedener Kletterpflanzenarten sind das Konkurrenzverhalten, Wasserbedarf und die Kletterform aufeinander abzustimmen. Mit einer breiteren Auswahl an Pflanzen kann gezielter auf unterschiedliche Expositionen und Mikrostandorte reagiert werden.

Aufgrund der Höhe und der Südwestexposition ist die Auswahl an Kletterpflanzen eingeschränkt. Die vorliegende Pflanzenauswahl erfüllt die meisten Kriterien.

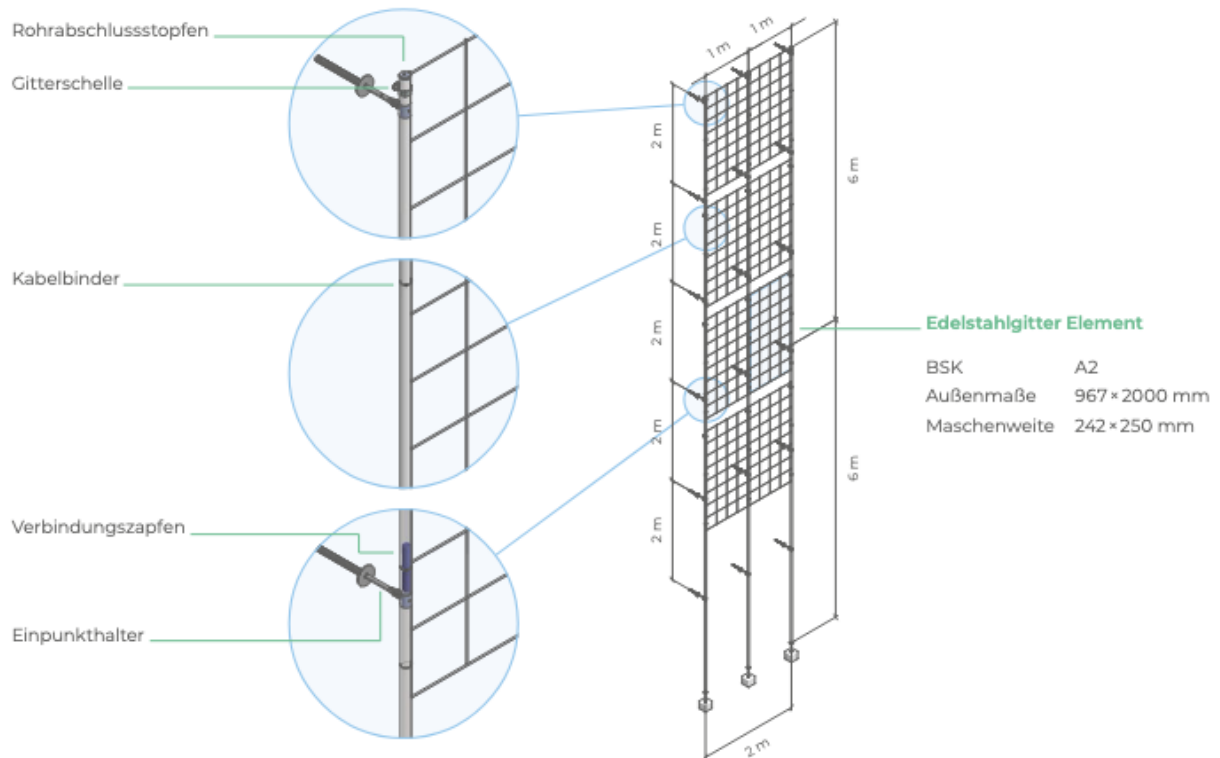
Bild	Botanischer Name	Deutscher Name	Wuchsform	Wuchshöhe	Herbstfärbung	Belaubung	Blütenfarbe	Blühzeit	Lichtbedarf	Pflegeaufwand	Lastklasse
	<i>Actinidia deliciosa</i>	Chinesischer Strahlengriffel	Schlinger	10	-	sommergrün	weiß	VI	○	hoch	3 / 0,6
	<i>Celastrus scandens</i>	Amerikanischer Baumwürger	Schlinger	10	gelb	sommergrün	hellgrün	VI	○ - ●	mittel	2 / 0,6
	<i>Lonicera henryi</i>	Immergrünes Geißblatt	Schlinger	8	-	immergrün	orange	VI-VII	○ - ●	mittel	2 / 0,6
	<i>Periploca graeca</i>	Griechische Baumschlinge	Schlinger	10	gelb	sommergrün	grün-violett	VII	○ - ●	mittel	3 / 0,6
	<i>Periploca sepium</i>	Chinesische Baumschlinge	Schlinger	8	gelb	sommergrün	grün-violett	V-VI	○ - ●	mittel	3 / 0,6
	<i>Wisteria floribunda</i>	Japanischer Blauregen	Schlinger	12	gelb	sommergrün	violett	V-VI	○	hoch	4 / 0,65

5.2 Begrünungstyp 1: Variante 2: Gitterkonstruktion

Angelehnt stehende Konstruktionen dienen der Entlastung von Wandverankerungen durch Ableitung der Vertikallasten in ein Fundament oder Auflager. Angelehnt stehende Kletterhilfen sind dann zu empfehlen, wenn nur beschränkt Verankerungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen. Vertikale Tragprofile müssen dabei steif und knicksicher ausgeführt werden.

Ranker bevorzugen gitter- oder netzartige Konstruktionen mit Maschenweiten von 15x15 bis 40x40 cm. Spreizklimmer benötigen eine vorwiegend horizontale Ausrichtung mit großen Abständen von 30–40 cm oder gitterförmige Strukturen.

Das Gitter als Kletterhilfe bedient eine größere Pflanzenauswahl und ermöglicht somit ein breiteres Spektrum der Begrünung.



ClimbingBASE Explosionszeichnung (Quelle: Vertiko)



Fassadenbegrünung, Q4-7, Stuttgart (Quelle: Vertiko)



Fassadenbegrünung, Q4-7, Stuttgart (Quelle: Vertiko)

Gebäude A Begrünungstyp 1

Variante 2: Gitterkonstruktion

Fläche begrünt:	100 m ²
Anzahl Kletterpflanzen	10 Stück
Evapotranspiration:	75 l/d
Anzahl Tröge (evtl.)	4 Stück

19

20 von 56 in Zusammenstellung

Anzahl Tröge (evtl.) 4 Stück

Gebäude C Begrünungstyp 1

Variante 2: Gitterkonstruktion



Fläche begrünt: 169,1 m²

Anzahl Kletterpflanzen 10 Stück

Evapotranspiration: 127 l/d

Anzahl Tröge (evtl.) 4 Stück

Gebäude A und C Begrünungstyp 1

Pflanzenauswahl für Variante 2

Für die Auswahl geeigneter Kletterpflanzen wurden folgende Kriterien herangezogen:

- Die zu erwartende Wuchshöhe,
- die Wüchsigkeit,
- die Kletter- / Wuchsform (verträgliche Gerüstkletterpflanzen),
- Standortansprüche, geeignet für Bodenquartier

Die Kombination verschiedener Pflanzenarten kann in Form einer Durchmischung oder abschnittsweise erfolgen. Bei einer Durchmischung verschiedener Kletterpflanzenarten sind das Konkurrenzverhalten, Wasserbedarf und die Kletterform aufeinander abzustimmen. Mit einer breiteren Auswahl an Pflanzen kann gezielter auf unterschiedliche Expositionen und Mikrostandorte reagiert werden.

Die vorliegende Pflanzenauswahl erfüllt die meisten Kriterien.

Botanischer Name	Deutscher Name	Wuchsform	Wuchshöhe (m)	Blattfarbe	Herbstfärbung	Belaubung	Blütenfarbe	Blühzeit	Lichtbedarf	Pflegeaufwand	Lastklasse	Winterhärtezone
<i>Actinidia deliciosa</i>	Chinesischer Strahlengriffel	Schlänger	10	grün	-	sommergrün	weiß	VI	○	hoch	3 / 0,6	6b
<i>Akebia quinata</i>	Fünfbliättrige Akebie	Schlänger	8	grün	rot	immergrün	violett	IV-V	○ - ●	gering/mittel	2 / 0,6	6b
<i>Celastrus scandens</i>	Amerikanischer Baumwürger	Schlänger	10	grün	gelb	sommergrün	hellgrün	VI	○ - ●	mittel	2 / 0,6	5a
<i>Clematis vitalba</i>	Gewöhnliche Waldrebe	Blattranker	14	grün	-	sommergrün	weiß	VII-IX	○ - ●	hoch	3 / 0,6	5b
<i>Fallopia baldschuanica</i>	Schlingknöterich	Schlänger	15	grün	gelb / braun	sommergrün	weiß	VII-IX	○ - ●	hoch	3 / 0,60	5
<i>Periploca graeca</i>	Griechische Baumschlinge	Schlänger	10	grün	gelb	sommergrün	grün-violett	VII	○ - ●	mittel	3 / 0,6	6a
<i>Rosa</i>	Ramblerrose	Spreizklimmer	12	grün	-	sommergrün	weiß / rosa / rot	VI-VII	○ - ●	mittel	3 / 0,6	
<i>Vitis coignetiae</i>	Scharlachwein	Sprossranker	12	grün	rot	sommergrün	hellgrün	VI-VII	○ - ●	hoch	4 / 0,65	6a
<i>Wisteria floribunda</i>	Japanischer Blauregen	Schlänger	12	grün	gelb	sommergrün	violett	V-VI	○	hoch	4 / 0,65	6b
<i>Wisteria sinensis</i>	Chinesischer Blauregen	Schlänger	30	grün	gelb	sommergrün	violett-weiß	V-VII	○	hoch	5 / 0,7	6b

5.3 Begrünungstyp 1: Variante 3: wandgebundene Begrünung

Mit der Variante 3 zur vertikalen Begrünung der Stirnseiten wird ein wandgebundenes System vorgeschlagen. Unter vegetationstechnischen Aspekten handelt es sich bei einer wandgebundenen Begrünung um einen Extremstandort, welcher sich durch einen geringen durchwurzelbaren Raum, einer besonderen Exposition und einer erhöhten Frosteinwirkung auszeichnet.

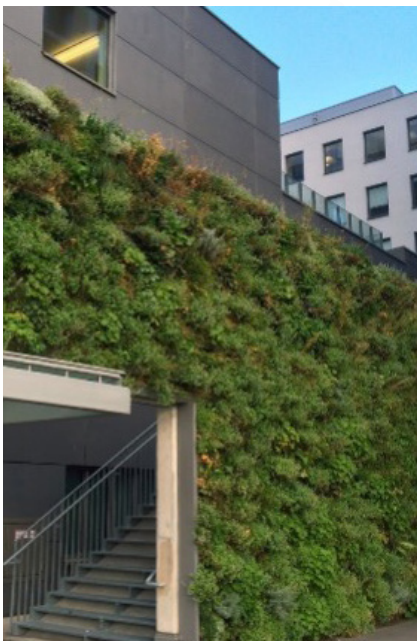
Wandgebundene Systeme können grundsätzlich in dreigängige Bauweisen kategorisiert werden: die „lineare Bauweise“ mit horizontal angeordneten Pflanzbehältern an einer Tragkonstruktion, die „modulare“ Bauweise mit vorgefertigten und vorkultivierten Modulen, die an der Fassade auf einer Unterkonstruktion aneinander-gesetzt werden, und die „flächige Bauweise“, bei der eine Trägerplatte auf einer Unterkonstruktion vollflächig bepflanzt wird.

Für die gezielte Bereitstellung von Wasser und Nährstoffen ist eine automatisierte Bewässerungsanlage obligatorisch. Unabhängig von der Bauweise ist ein ungehinderter Ablauf und eine geordnete Ableitung des Überschusswassers zu gewährleisten.

Die Lastabtragung erfolgt gemäß der gewählten Bauweise und des vorhandenen Tragwerks:

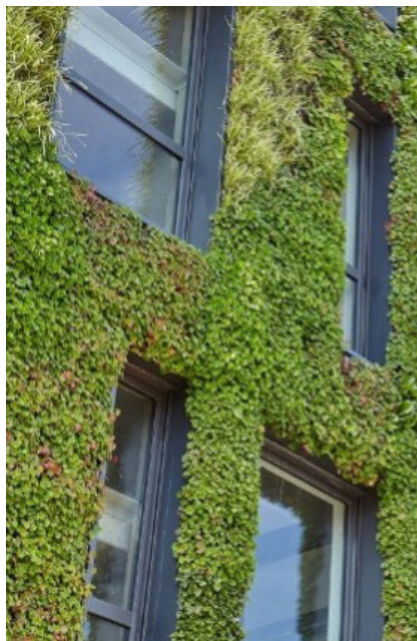
- Aufstellen auf Konsolen
- Direktmontage an der tragenden Wandkonstruktion
- Vorständigung (Sekundärkonstruktion)

Linerare Bauweise



System Grünwand Klimafassade
(Quelle: Techmetall)

Modulare Bauweise



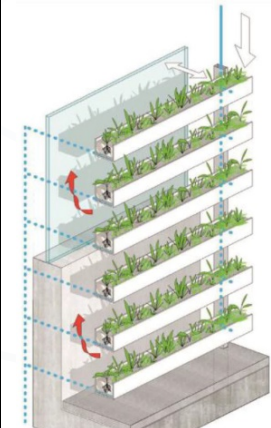
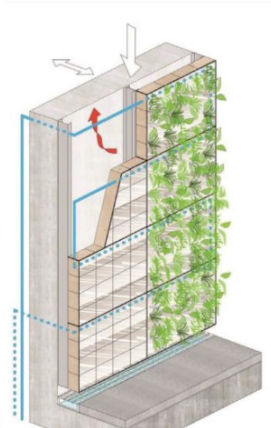
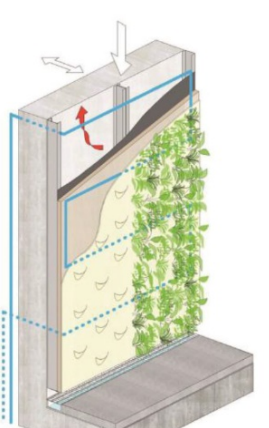
System Sempergreen
(Quelle: Sempergreen)

Flächige Bauweise



System LivingWALL
(Quelle: Vertiko)

Übersicht der unterschiedlichen wandgebundene Bauweisen

	Lineare Bauweise	Modulare Bauweise	Flächige Bauweise
			
	(Quelle: Fassadenbegrünungsrichtlinie, 2018, FLL e. V.)		
Bauweisen	Kragkonsolen oder Vorkonstruktion zur Aufnahme von Einzel- oder Linearbehältern	Sekundärkonstruktion mit vertikaler Vegetationstragschicht in Pflanzmodulen	Sekundärkonstruktion mit vertikaler Vegetationstragschicht an wartungsfreier Primärkonstruktion
Vegetationstragschicht	Substrat gem. FLL-Dachbegrünungsrichtlinie	Spezialsubstrate/Substratersatz/Geotextilien	
Pflanzenauswahl	Stauden, Kleingehölze, Knollen- und Zwiebelpflanzen, bedingt Kletterpflanzen	Stauden, Gräser, Moose, bedingt Kleingehölze und Kletterpflanzen, eingeschränkte und systembedingte Pflanzenauswahl aufgrund von Systemvoraussetzungen und Extrembedingungen	
Versorgung	Nährstoffversorgung auch über Feststoffdünger möglich	Nährstoffversorgung über Flüssigdünger, Ausbringung über Bewässerung	
	Bewässerung gem. FLL-Bewässerungsrichtlinien/DIN EN 1717 Schutz des Trinkwassers		
Pflege und Instandhaltung	Flächen für Zugänglichkeit vorhalten, Erreichbarkeit sicherstellen über Hubarbeitsbühne, Leitern, Gerüste, Anschlagpunkte für Seilkletterer, etc.		
	Zugänglichkeit auch über Pflege-/Wartungsgänge möglich (Balkone, Loggien)		
Anwendungskriterien	Kurzfristige bzw. unmittelbare Flächenwirkung durch Vorkultivierung, kein Bodenanschluss, zusätzliche Verdunstungsleistung durch aktive Bewässerung, Witterungs- und Strahlungsschutz		
	Energetische Verschattungsleistung zw. 85 % und 95 %, Anbringung auch vor Fassadenöffnungen möglich	Witterungs- und Strahlungsschutz der Gebäudehülle bis 100 %, Ersatz von vorgehängten Fassadenelementen	
	Einzelne Module austauschbar, revisionierbare Fassade		Besonders für großflächige Anwendung geeignet
Beispiele: Systemhersteller/Produkt (u. a.)	Grünwand Klimafassade Tech Metall GesmbH Pragerstrasse 122 1210 Wien (AT)	Mobilane MobiPanel Mobilane GmbH Seligenstädter Grund 14 63150 Heusenstamm	Living-Wall Outdoor Vertiko GmbH Gewerbestraße 3 79256 Himmelreich (D)

Gebäude A Begrünungstyp 3

Variante 2: wandgebundenes System



Fläche begrünt: 108 m²

Anzahl Pflanzen 2.700 Stück

Evapotranspiration: 432 l/d

Gebäude C Begrünungstyp 3

Variante 2: wandgebundenes System



Fläche begrünt: 178 m²

Anzahl Kletterpflanzen 4.450 Stück

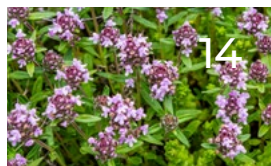
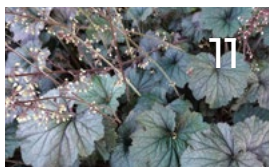
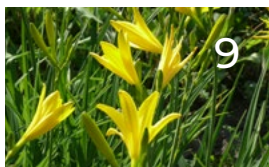
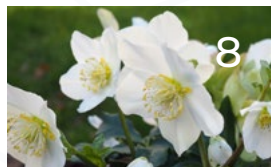
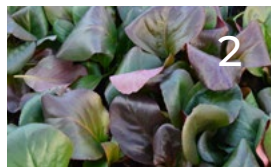
Evapotranspiration: 712 l/d

Gebäude A und C Begrünungstyp 1

Pflanzenauswahl für Variante 3

Für die Auswahl geeigneter Pflanzen sind in erster Linie die Systemhersteller verantwortlich. Es kristallisieren sich jedoch einige Pflanzen heraus, welche sich im Bereich der vertikalen Begrünung durchsetzen und immer häufiger in verschiedenen Begrünungssystemen vorzufinden sind.

Die folgende Auswahl zeigen die bisher gängigsten Pflanzen für die Fassadenbegrünung.



1 Ajuga reptans

2 Bergenia cordifolia

3 Campanula poscharskyana

4 Festuca amethystina

5 Geranium macrorrhizum

6 Geranium sanguineum

7 Geranium x cantabrigiense

8 Helleborus niger

9 Hemerocallis

10 Heuchera villosa var. macrorrhiza

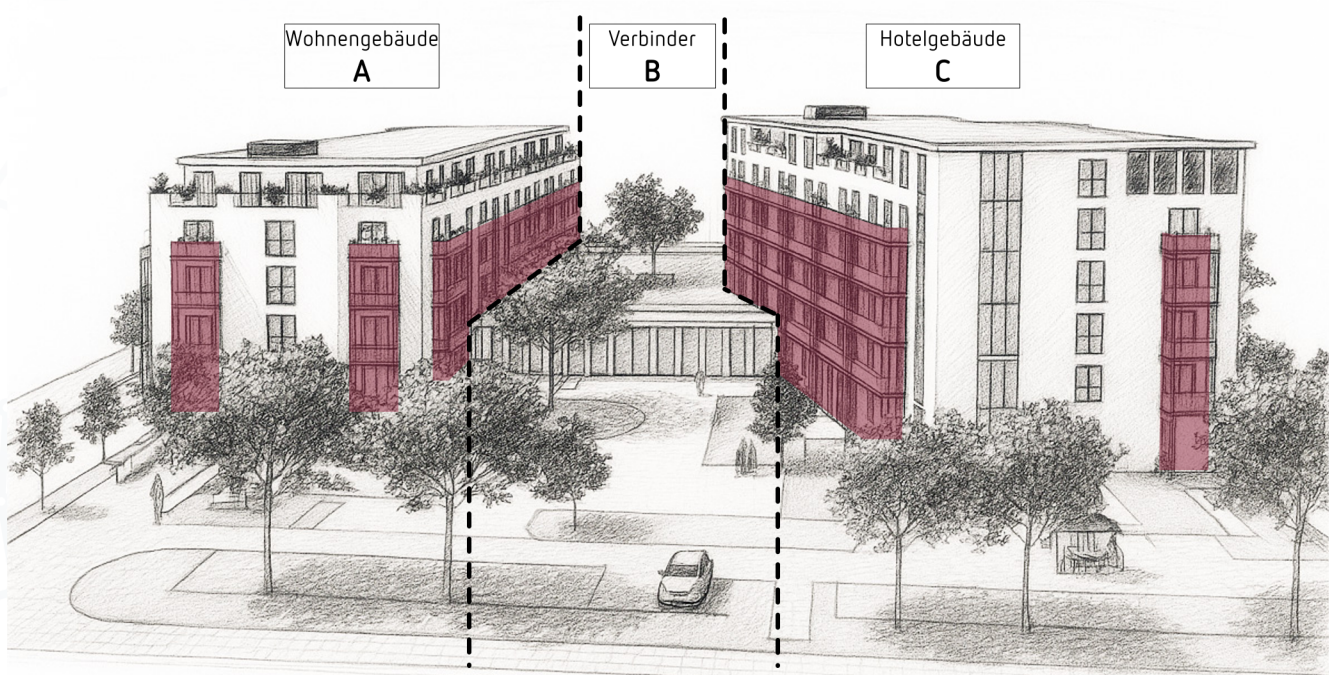
11 Heuchera micrantha

12 Heuchera sanguinea

13 Polystichum setiferum

14 Thymus

6 Begrünungstyp 2: Vertikalbegrünung der Balkone



Begrünungstyp 2 (Quelle: CityArc)

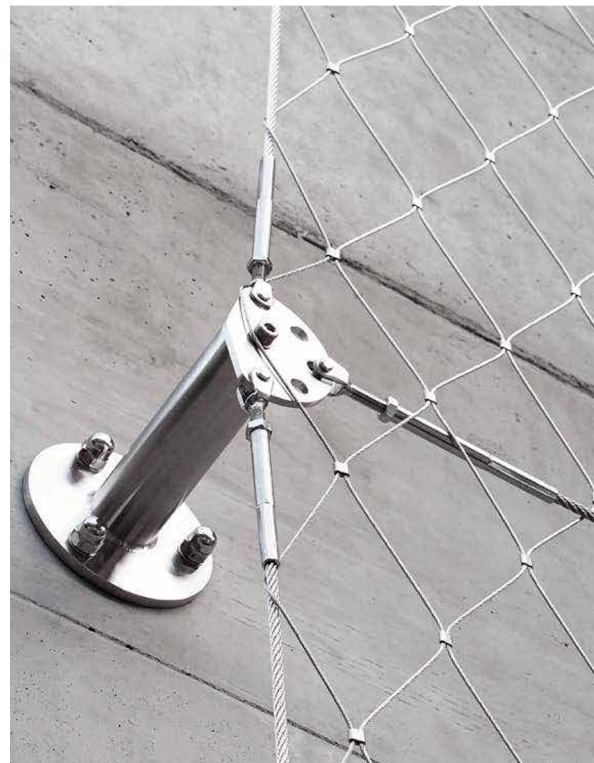
Der Begrünungstyp 2 bezieht sich auf die Balkone. Da die Balkonbegrünung nur eine nachrangige Priorität hat, wird hierfür lediglich eine Variante untersucht.

Neben den gestalterischen Merkmalen spielt der Brandschutz eine wesentliche Rolle bei der Balkonbegrünung und deren Ausführung. Geplant ist, die Stirnseiten der Balkone mittels Netzkonstruktionen zu begrünen. Als Standorte bieten sich Bodenquartiere oder – falls erforderlich – Pflanztröge an.

Die Stärken der Netzbegrünung liegen in der filigranen Konstruktion sowie in der breit gefächerten Auswahl an Kletterpflanzen. Aufgrund der wechselnden Exposition und der unterschiedlichen Standorte ist dies notwendig.



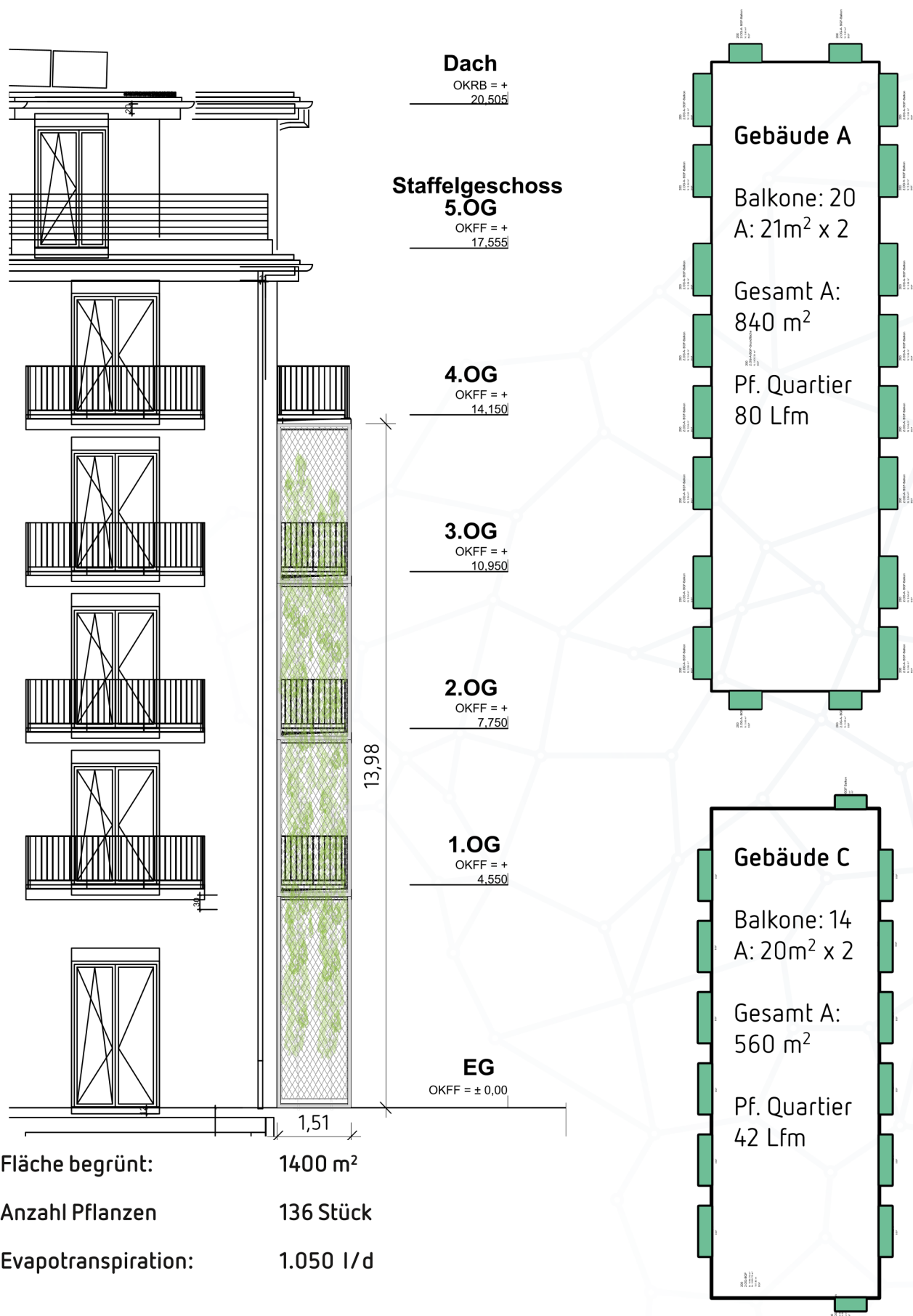
Rahmen-Netz-Konstruktion (Quelle: Jakob Rope System)



Seil-Netz-Konstruktion (Quelle: Jakob Rope System)

Begrünungstyp 2

bodengebunde Kletterpflanzen an Netzkonstruktion



Begrünungstyp 2

Referenzen



Netzkonstruktion, Rahmenprofil (Quelle: Jakob Rope Systems)



Netzkonstruktion, Innsbruck (Quelle: Jakob Rope Systems)



Netzkonstruktion, Pfäffikon (Quelle: Jakob Rope Systems)

7 Pflegekonzept für die Begrünungstypen 1 und 2

Für eine langanhaltend gute Vitalität und Qualität und aus Gründen des Brandschutzes, sind Bauwerksbegrünungen fachgerecht zu bewässern und regelmäßig zu pflegen. Die Entwicklungs- und Unterhaltungspflege sind grundsätzlich entsprechend der DIN 18919 (Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Instandhaltungsleistungen für die Entwicklung und Unterhaltung von Vegetation) durchzuführen.

Bei einer Vertikalbegrünung mit Kletterpflanzen sind ein bis zwei Pflegegänge pro Jahr (Frühjahr und Herbst) ausreichend, sofern die Wasserversorgung automatisiert erfolgt. Bei der wandgebundenen Begrünung (Variante 3) ist ebenfalls von diesem Intervall auszugehen. Zur Entwicklungspflege sind kürzere Intervalle nötig.

Pflegemaßnahmen:

Erfordernis, Art, Umfang und Zeitpunkt der Pflegeleistungen richten sich insbesondere nach der Art der Fassadenbegrünung und den Standortverhältnissen.

Folgende Pflege- und Wartungsmaßnahmen sind erforderlich:

- Sichtkontrolle (optisches Erscheinungsbild)
- Wasser- und Nährstoffversorgung;
- Schnittmaßnahmen (Form-, Erziehungs- und Auslichtungsschnitt);
- Lenken und Anbinden der Triebe;
- Nachpflanzen bei Fehlbeständen;
- Pflanzenschutzmaßnahmen (nur bei Bedarf);
- Beseitigen von Unrat, Laub und Fremdvegetation;
- Auffüllen von Substrat.

Die Fassadenbegrünung enthebt nicht von der bauseitigen Pflicht zur Pflege der Fassade. Es wird empfohlen, für die Bauwerksbegrünung einen Pflege- und Wartungsvertrag abzuschließen, der an die Fertigstellung anschließt.

Grundlage für die Pflegemaßnahmen sind die einschlägigen Richtlinien, Normen und Regelwerke der FLL und DIN 18916 & 18919

Zugangsmöglichkeiten

Ein entscheidender Faktor, um Pflegemaßnahmen fachgerecht durchführen zu können, ist ein gesicherter Zugang zu den begrünten Flächen. Um eine Pflege der Fassadenbegrünungen gewährleisten zu können, müssen ggf. verschiedene Zugangs- und Sicherungsmöglichkeiten kombiniert werden.

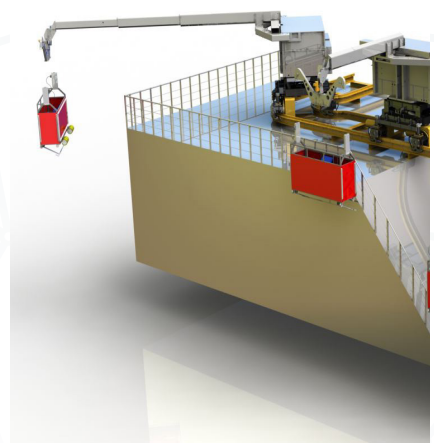
Folgende Möglichkeiten gibt es, die vertikalen Pflanzflächen zu erreichen:



- mit einer Hubarbeitsbühne



- per Seilklettertechnik



- mit einer Befahranlage

Die Hubarbeitsbühne als Raupe, Gelenk oder Teleskoparbeitsbühne ist Erfahrungsgemäß die kostengünstigste und schnellste Variante. Am Bauvorhaben St. Ingbert bietet sich diese Möglichkeit aufgrund der vorhandenen Freiflächen an.

Die Aufstellflächen für Hubarbeitsbühnen sind an den jeweiligen Fassadenabschnitten einzuplanen und bereitzustellen. Vorhandene Feuerwehrezufahrten und andere begrünte oder wasserdurchlässige Beläge können als Aufstellflächen genutzt werden. Je nach Bodenverhältnissen kann der Einsatz von Raupenarbeitsbühnen mit geringen Punktlasten sinnvoll oder notwendig sein.

Neben den Aufstellflächen sind Höhen und Auskragung zu berücksichtigen sowie die korrekte Auswahl der Arbeitsbühne.

Sicherheit und Schutz von Personen

Gefahren können sich sowohl bei der Herstellung als auch bei der Instandhaltung und Pflege von Fassadenbegrünungen ergeben. Der Bauherr hat seine Verpflichtung zur Koordinierung der Arbeiten im Sinne der Baustellenverordnung (BaustellV) wahrzunehmen und ggf. einen Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan aufzustellen und fortzuschreiben. In diesem Zusammenhang sind Unterlagen mit den erforderlichen Angaben zu Sicherheit und Gesundheitsschutz zusammenzustellen.

Bei der Auswahl geeigneter, wirksamer Maßnahmen zur Gefahrenabwehr sind Erkenntnisse aus Vorgaben der Berufsgenossenschaften und sonstige Informationen zum Stand der Technik als Quellen für Lösungsmöglichkeiten heranzuziehen. Kollektive, technische Maßnahmen haben stets Vorrang vor organisatorischen bzw. individuellen, persönlichen Schutzmaßnahmen.

Fassadenbegrünungen dürfen nur von solchen Personen hergestellt und instandgehalten werden, von deren Eignung und Befähigung sich der Arbeitgeber vergewissert hat. Die Verpflichtung des Arbeitgebers nach Arbeitsschutzgesetz zur Unterweisung der Beschäftigten ist zu beachten.

Je nach Arbeitsverfahren sind bei Fassadenbegrünungen vorrangig Schutzmaßnahmen gegen Absturzgefahren zu ergreifen.

Als technische Arbeitsmittel zugelassen sind:

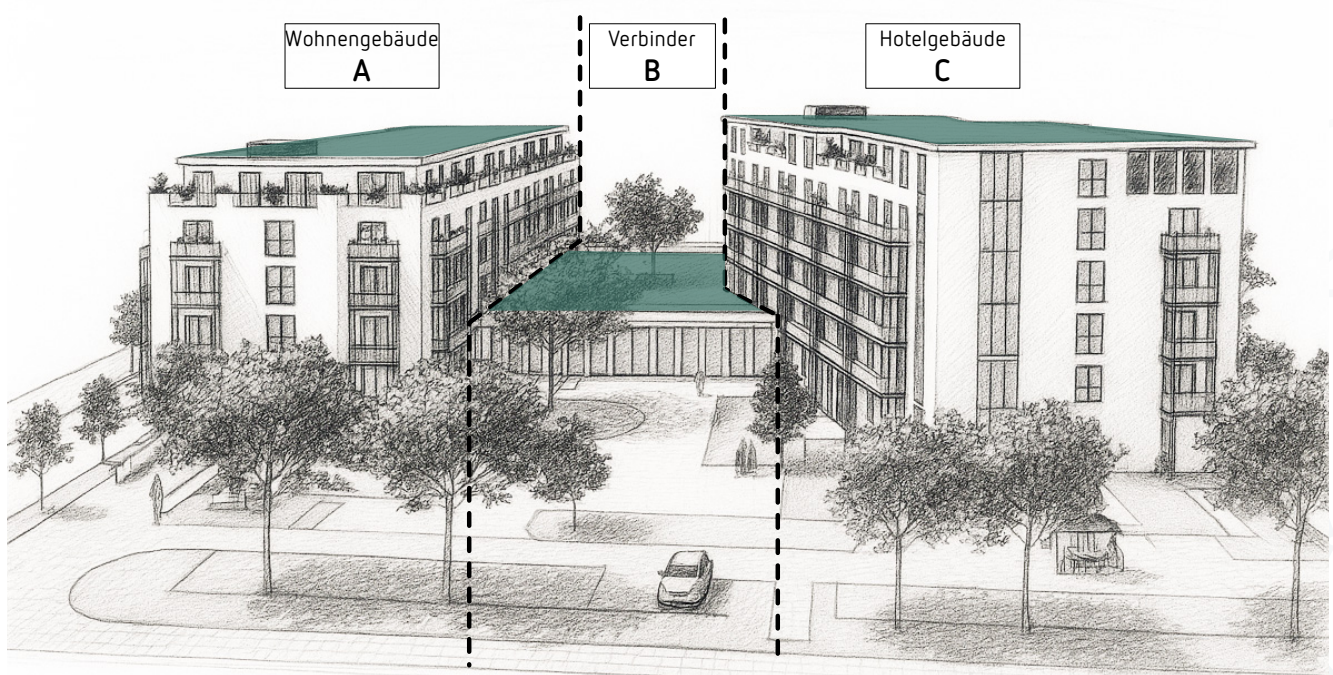
Arbeitsgerüste (nach DIN EN 12811)

Bis zu einer Wuchshöhe von 2 m kann eine Person die Pflege per Hand durchführen. Für Höhen bis 7 m werden geeignete Leitern, in der Regel zwei Arbeitskräfte und ggf. PSaGA benötigt. Gemäß TRBS (Technische Regel für Betriebssicherheit) ist die Verwendung von Leitern als hochgelegener Arbeitsplatz nur bis zu einer Standhöhe von 2 m zulässig. Bei einer Standhöhe zwischen 2 m und 5 m ist die Verwendung von Leitern nur für zeitweilige Arbeiten bis maximal 2 Stunden für Wartungs-, Instandhaltungs- und Inspektionsarbeiten zulässig, wenn wegen der geringen Gefährdung und der geringen Verwendungsdauer die Verwendung anderer, sichererer Arbeitsmittel nicht verhältnismäßig ist und die Gefährdungsbeurteilung ergibt, dass die Arbeiten sicher durchgeführt werden können. Bei der Prüfung der Verhältnismäßigkeit sind die baulichen Gegebenheiten zu berücksichtigen.

Arbeitsbühnen (unter Einhaltung der Vorschriften)

Hubarbeitsbühnen sind Maschinen im Sinne des Anhangs IV der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG), welche die grundlegenden technischen Baubestimmungen und Sicherheitsausrüstungen von Maschinen festlegt. Die harmonisierte europäische Norm DIN EN 280 „Fahrbare Hubarbeitsbühnen - Berechnung - Standsicherheit - Bau - Sicherheit - Prüfungen“, die sich an die Hersteller und Inverkehrbringer richtet, legt Sicherheitsanforderungen hinsichtlich Konstruktion, Bauart und Prüfung von fahrbaren Hubarbeitsbühnen fest. Hubarbeitsbühnen, die den vorgenannten Bestimmungen entsprechen, werden vom Hersteller mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet und erhalten eine EG-Konformitätserklärung. Grundsätzlich lassen sich FHAB anhand der Hubeinrichtung in Senkrechtbühnen und Auslegerbühnen unterscheiden. Im Gegensatz zur Senkrechtbühne kann die Auslegerbühne den Arbeitskorb nicht nur vertikal, sondern darüber hinaus auch horizontal bewegen.

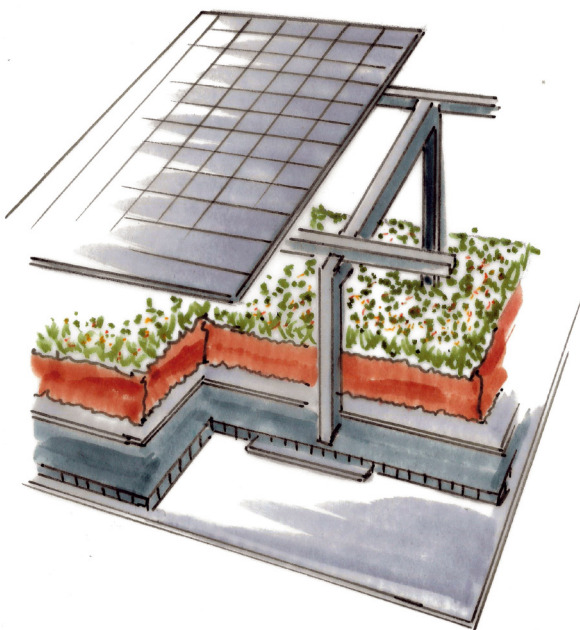
8 Begrünungstyp 3: Dachbegrünug



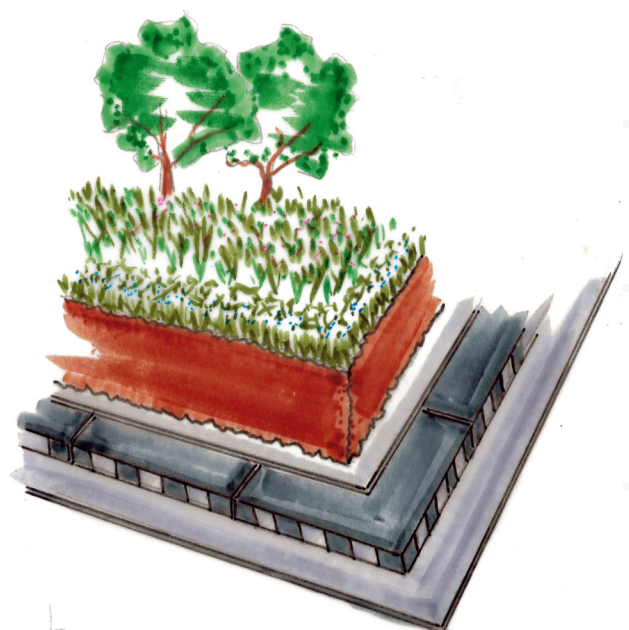
Begrünungstyp 3 (Quelle: CityArc)

Mit dem Begrünungstyp 3 wollen wir die Dachbegrünung betrachten. Die Konzeption sieht auf den Gebäuden A und C eine großflächige PV-Anlage vor. Das Gebäude B (Verbinder) soll als Dachgarten fungieren und als öffentlicher Raum für die Bewohner zugänglich sein.

Aufgrund der unterschiedlichen Nutzungen und konstruktiven Anforderungen werden wir die Dachflächen der Gebäude A und C sowie die Dachfläche des Gebäudes B separat behandeln.



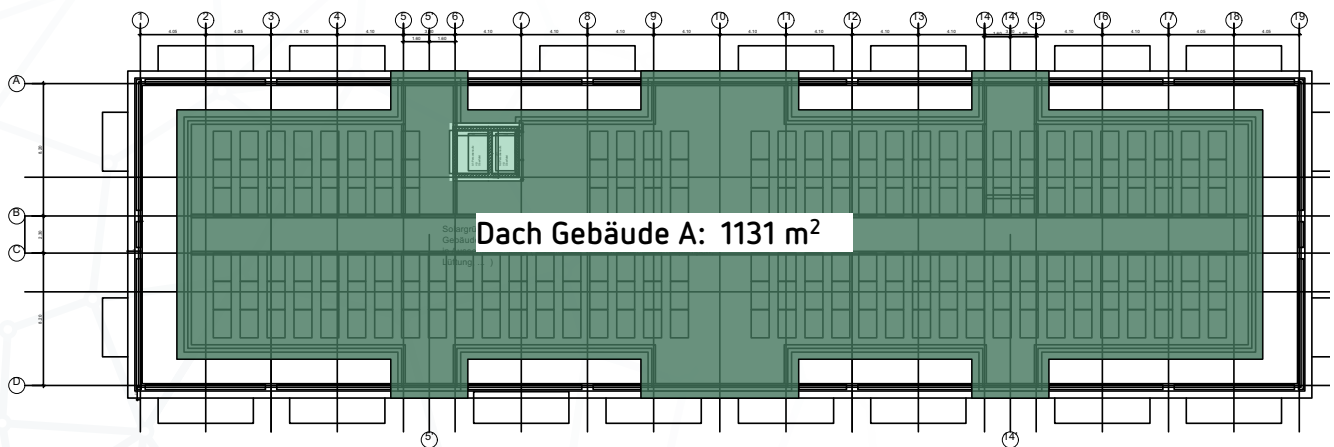
Gebäude A und C
Zeichnung Solargründach (Quelle: CityArc)



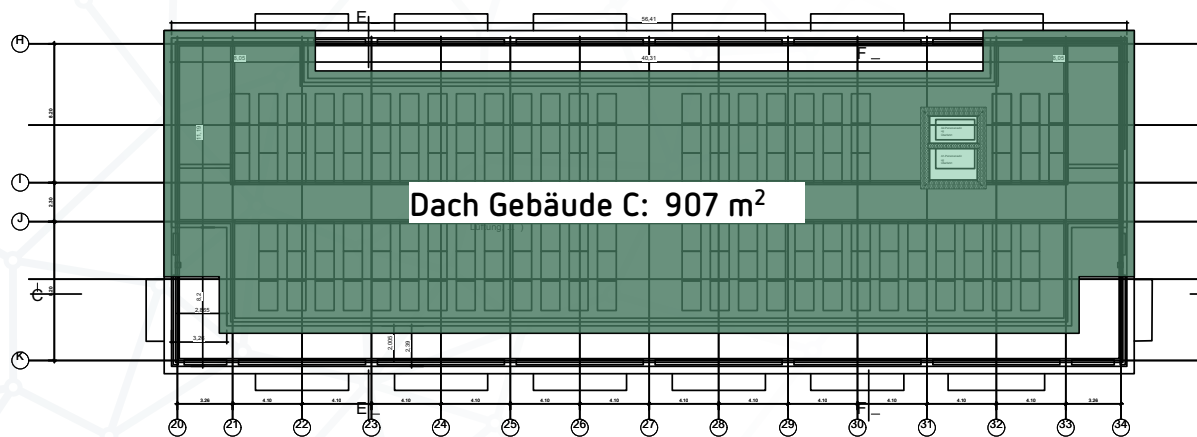
Gebäude B
Zeichnung Intensivgründach (Quelle: CityArc)

8.1 Begrünungstyp 3 Solargründach

Dachfläche Gebäude A:



Dachfläche Gebäude C:



Die Kombination von Photovoltaik und Dachbegrünung verbindet die Vorteile der Verdunstungskühlung der Vegetation mit der Effizienzsteigerung der PV-Anlage. Zudem leistet die Dachbegrünung einen Beitrag zum Erhalt des natürlichen Wasserhaushaltes und zur Steigerung der Biodiversität. Als auflastgehaltenes Aufständersystem werden keine Dachdurchdringungen notwendig.

Durch die Beschattung der Module ergeben sich diversere Lebensbereiche, was eine vielfältige Pflanzenauswahl ermöglicht. Dabei ist eine ausreichend hohe Aufständersung der PV-Module erforderlich, um eine Verschattung der Module durch den Aufwuchs zu vermeiden.

Als Substratdicke werden mindesten 10 cm empfohlen. Einer deutlichen Erhöhung, auf z. B. 40 cm, der Substratstärke in Bereichen mit PV-Anlagen ist jedoch kritisch zu betrachten, da mit einem höheren Substrataufbau ein stärkeres Pflanzenwachstum einhergeht, wodurch von einem erhöhten Pflegeaufwand auszugehen ist.

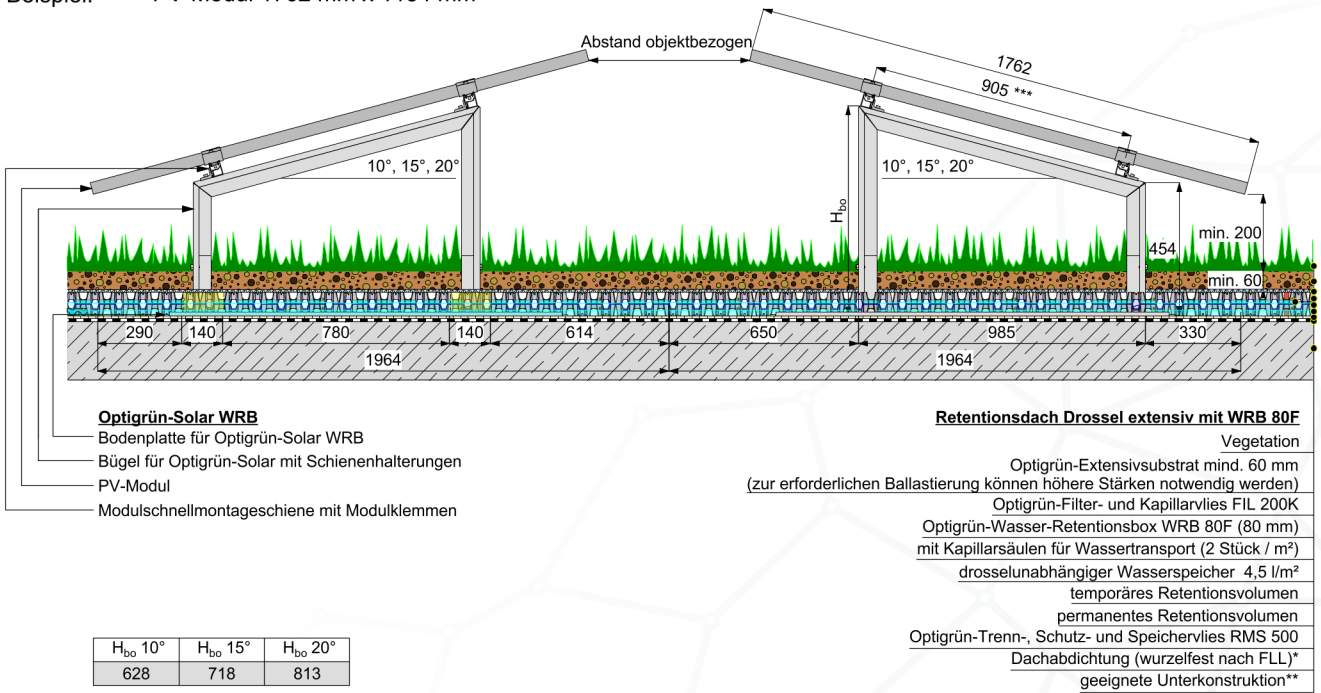
Die Vorteile des Solargründach:

- Photovoltaik
- Regenwasserrückhalt
- Ökologischer Ausgleich
- Feinstaub- und Lärmbindung
- Klimaverbesserung
- Schutz bei Extremtemperaturen

Begrünungstyp 3 Aufbau Solargründach

Systemschnitt "Solargründach Optigrün-Solar WRB"

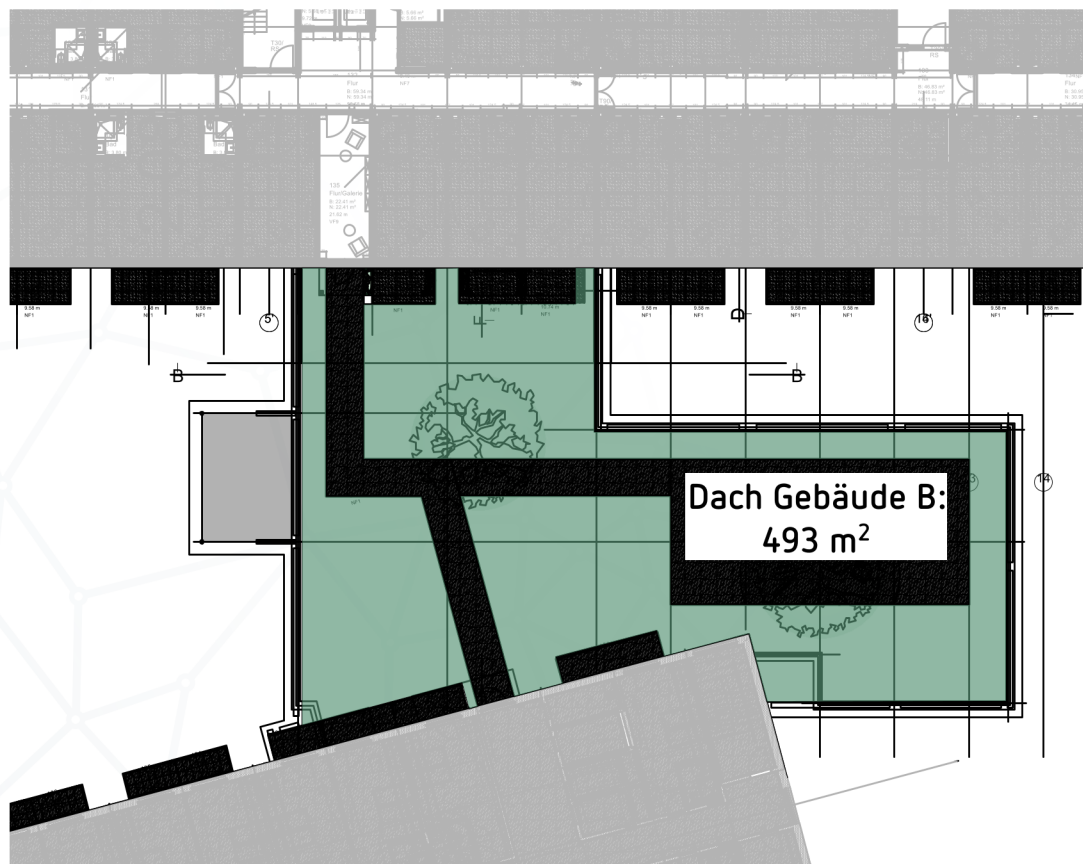
Variante: Optigrün-Solar WRB
Ausrichtung: Ost-West + Portrait
Beispiel: PV-Modul 1762 mm x 1134 mm



Produktbeispiel Solargründach (Quelle: Optigrün GmbH)

Technische Daten Optigrün-Solar WRB

Optigrün-Solar WRB	Wert	Dach Gebäude A	Dach Gebäude C
Gewicht (inkl.Aufstän- derung und PV-Modul)	ab 120 kg/m²		
Systemhöhe	ab 140 mm		
Dachneigung	0		
Vegetationsform	Sedum, Kräuter		
Spitzenabflussbeiwert	objektbezogen einstellbar		
Retentionsvolumen	72 l/m²	81.432 l	65.304 l
Wasserspeicher	95-150 l/m²	107.445- 169.650 l	86.165- 136.050 l



Die Dachfläche des eingeschossigen Gebäudes B (Verbinder) soll als Dachgarten ausgebildet werden. Der öffentlich zugängliche Bereich soll als Begegnungsstätte und Erholungsraum für Bewohner und Hotelgäste dienen. Dabei ist neben einem erhöhten Pflegeaufwand auch die Statik im Hinblick auf den höheren Systemaufbau und die üppigere Bepflanzung zu berücksichtigen.

Intensive Dachbegrünungen lassen sich mit dem Aufbau eines Gartens auf dem Dach vergleichen. Sie zeichnen sich durch Multifunktionalität, Nutzerzugänglichkeit, eine hohe Wasserspeicherfähigkeit und einen günstigen Abflussbeiwert aus. Niederschläge werden zurückgehalten und zeitverzögert über Verdunstung abgegeben. Durch eine eingebaute Drossel können bauliche Vorgaben hinsichtlich Überflutungsvolumen und Abflussverzögerung erfüllt werden. Zusätzlich ist eine vollautomatische Bewässerung dringend zu empfehlen, um längere Trocken- und Hitzeperioden zu überbrücken.

Die intensive Dachbegrünung ist vielseitig nutzbar und kann mit Rasen, Stauden, Sträuchern und evtl. Bäumen gestaltet werden, um die Artenvielfalt in urbanen Räumen zu steigern und eine hohe ökologische Wertigkeit zu schaffen.

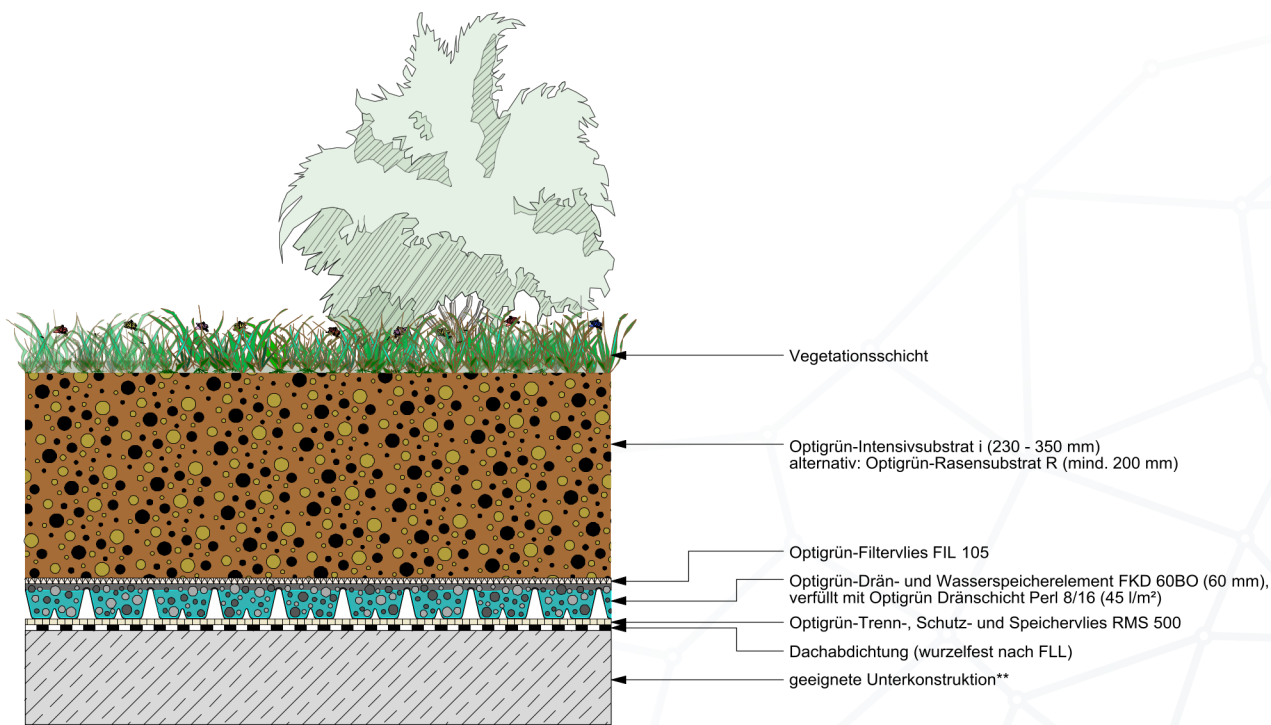
- Rasen, Stauden, Sträucher und evtl. Bäume;
- hoher Pflegeaufwand;
- regelmäßige Bewässerung;
- Aufbaustärke 15-200 cm;
- Gewicht 200-3.000 kg/m²

Imfolgenden stellen wir einen möglichen Aufbau vor, welcher das Zwischendeck (Verbinder) als Dachgarten ausbilden könnte. Dieser Aufbau stellt einen Kompromiss zwischen Aufenthaltsqualität, Bepflanzung, Wasserspeicherung und statischen Anforderungen dar.

Begrünungstyp 3 Aufbau Dachgarten

Systemschnitt "Optigrün Gartendach"

Dachneigung 0 - 5°



Technische Daten Optigrün-Gartendach

Optigrün-Gartendach	Wert	Dach Verbinder B
Gewicht	ab 320 kg / m ²	
Systemhöhe	ab 260 mm	
Dachneigung	0-5 °	
Vegetationsform	Stauden, Gehölze, Gräser	
Spitzenabflussbeiwert	C _s =0,2-0,3	
Wasserspeicherung	110-160 l / m ²	54.230 l - 78.880 l



Beispiel Dachgarten, Deck 21, Düsseldorf
(Quelle: Optigrün international AG)



Beispiel Dachgarten, Dortmunder U
(Quelle: Optigrün international AG)

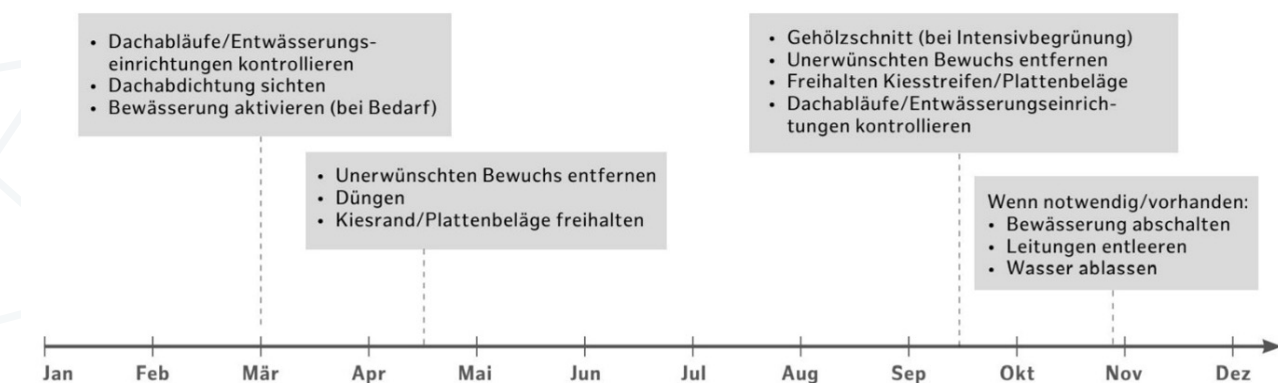
9 Pflegekonzept Begrünungstyp 3

Extensive Dachbegrünungen mit einem geringen Pflegeaufwand unterscheiden sich von intensiven Dachbegrünungen, die einen hohen Pflegebedarf aufweisen. Eine fehlende fachgerechte Pflege kann bei beiden Dachbegrünungsformen zu unerwünschten Beeinträchtigungen der Dachbegrünung und der Dachabdichtung und dadurch zu hohen Folgekosten führen. Zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit einer Dachbegrünung sind Pflegemaßnahmen notwendig, die Pflanzenkenntnisse voraussetzen. Bei fehlender regelmäßiger und fachgerechter Pflege können unerwünschte Bestandsumbildungen auftreten (z. B. Gras-Gehölz-Vegetation) verbunden mit dem Verlust der Artenvielfalt. Es kann zu langfristigen Pflanzenausfällen kommen, die Substratverwehungen begünstigen. Dies kann wiederum zu Schäden an der Dachabdichtung führen. Bestandsumbildungen in der Vegetation können aber auch bei gepflegten Dachbegrünungen, insbesondere bei den Sedumarten, auftreten. Dieser natürliche Umbildungsprozess der Vegetation hängt sowohl vom jeweiligen Klima und den Witterungsverhältnissen als auch vom Standort und den vorherrschenden Bedingungen der Dachbegrünung ab. Hier gilt es abzuwägen, inwiefern Bestandsumbildungen toleriert werden können.

Grundsätzlich sollten mindestens zwei Pflege- und Wartungsgänge pro Jahr auf einem extensiven Solargründach erfolgen. Zu empfehlen sind bis zu drei Pflegegänge pro Jahr, um den unerwünschten Bewuchs stets zu minimieren und dem Etablieren insbesondere von Gehölzen vorzubeugen. Auf diese Weise kann auch einer Verschattung der PV-Module entgegengewirkt werden.

Für eine intensive Dachbegrünung oder Dachgarten empfehlen sich bis zu 4 Pflegegänge pro Jahr. Aufgrund der automatisierten Bewässerung und der Pflanzenauswahl ist von einem stärkeren Bewuchs auszugehen.

Der erste Pflegegang sollte in den Monaten März/April, der zweite Pflegegang zwischen September und November, erfolgen. Je öfter ein Pflegegang durchgeführt wird, desto geringer ist der Aufwand bei der Beseitigung des unerwünschten Bewuchses und beim Erkennen von Pflegemängeln. Vor der Pflege sollte zunächst eine Bestandsaufnahme vor Ort durchgeführt werden, um den momentanen Zustand der Dachbegrünung zu erfassen und das Pflegeziel kenntlich zu machen. Bei der Inspektion sollte zudem die bisher durchgeführte Pflege und Wartung erfasst werden, um einen Überblick über den bisherigen Pflegeaufwand zu erhalten.



Pflegezeitpunkte (Quelle: BUKEA/BuGG)

Zugangsmöglichkeiten

Der Zugang zum Solargründach muss für das pflegende Personal gewährleistet sein. Neben der Pflege für das Gründach müssen auch die PV-Module einer regelmäßigen Wartung unterzogen werden.

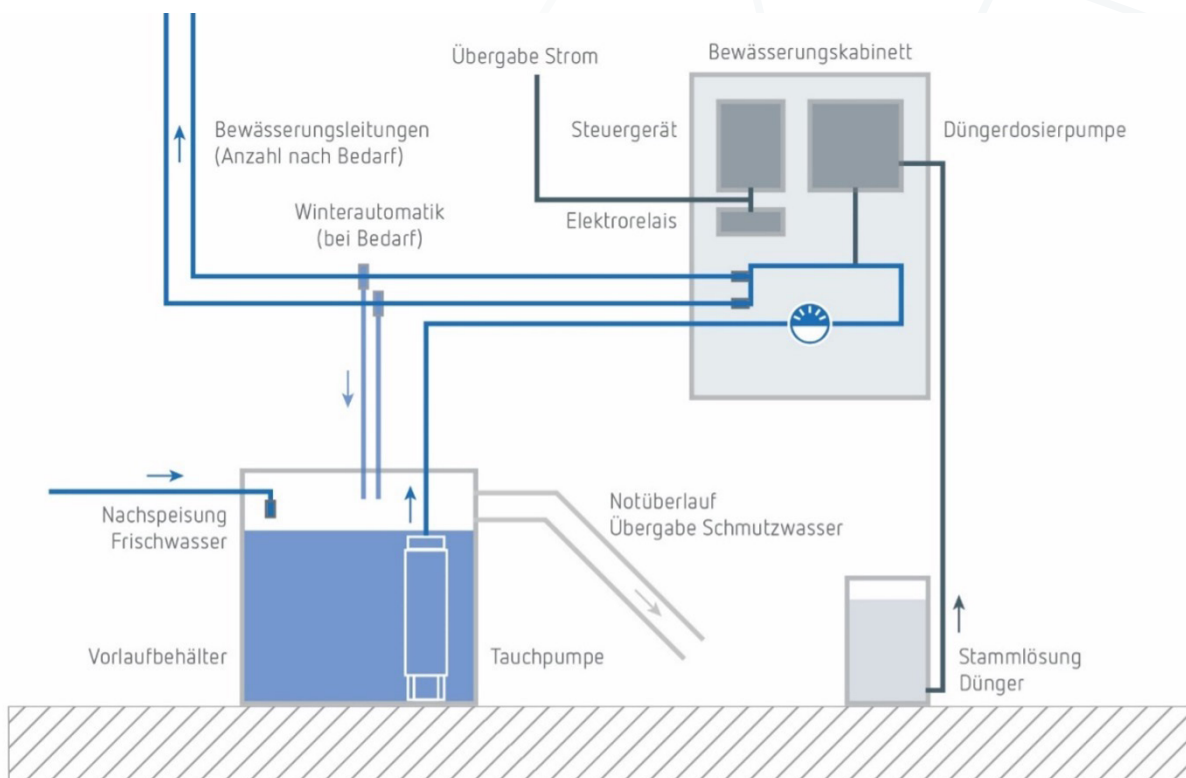
Für die Sicherung eines solchen Dachs gilt grundsätzlich nach den Leitfäden zur Absturzsicherung der BG Bau, der ASR A2.1 sowie der DGUV 201_056, dass ein Seitenschutz – in Form eines Geländers – bevorzugt einzusetzen ist. Die Absturzkante wird damit entfernt und ein Abstürzen verhindert. Dachöffnungen wie Dachoberlichter sind durchtrittssicher ausgeführt und benötigen daher keine besondere Sicherung.

10 Automatisierte Bewässerung

Für die vorgesehene Begrünung des Bauvorhabens St. Ingbert wird eine automatisierte Bewässerungsanlage dringend empfohlen. Diese ist gegenüber einer manuellen Bewässerung wirtschaftlich, weil sie Arbeitszeit und Wasser spart. Die pflanzengerechte Versorgung mit Wasser und Nährstoffen trägt entscheidend zur Erreichung des Begrünungsziels und zum dauerhaften Erhalt der Vitalität bei.

Bei Bewässerungsanlagen für die Gartenbewässerung ist der Trinkwasserschutz nach der europäischen Norm DIN EN 1717 einzuhalten. Diese besagt, dass die Trinkwasserleitung gegenüber Brauchwasser und gefährdenden Flüssigkeiten zu trennen ist. Gemäß DIN EN 1717 wird eine Unterflurbewässerung (mit Erdkontakt) in die Flüssigkeitskategorie 5 eingeteilt. Daher ist das Wasser der Frischwassernachspeisung mit freiem Auslauf von der Trinkwasserleitung zu trennen. Dies hat zur Folge, dass das Brauchwasser gepumpt werden muss, da der Druck des Trinkwassersystems nach einem freien Auslauf nicht mehr zur Verfügung steht.

Die Anlage besteht aus den Hauptbestandteilen: Trennstation, Filter, Pumpe, Messarmaturen, Düngedosierpumpe, Steuergerät und Ventilen.



Schematische Darstellung Bewässerungsanlage mit Trennstation (Quelle: CityArc)

Um Pflanzen und deren Wurzeln effektiv zu versorgen, empfiehlt sich eine Bewässerung über druckkompensierende Tropfrohre. Die Zugabe von Nährstoffen kann mit entsprechender technischer Ausstattung über das Gießwasser erfolgen, oder als Depotdünger dem Substrat beigelegt werden.

Für die vorgesehene Bepflanzung des Begrünungstypen 1, werden zum jetzigen Wissenstand, 2 Kreise benötigt. Für den Begrünungstyp 2 werden je nach Anzahl und Flächen jede Exposition bedient. Hierbei ergeben sich 4 Kreise. Der Begrünungstyp 3 (Dachgarten Gebäude Verbinder) erhält einen separaten Bewässerungskreis.

Zusammenfassend ergeben sich 7 Bewässerungskreise, welche aus dem Technikraum zu den benötigten Flächen geführt werden muss.

11 Technikraum

Die Räumlichkeiten in der Tiefgarage würden sich von der Lage und der Größe, für die Unterbringung der Bewässerungstechnik eignen.

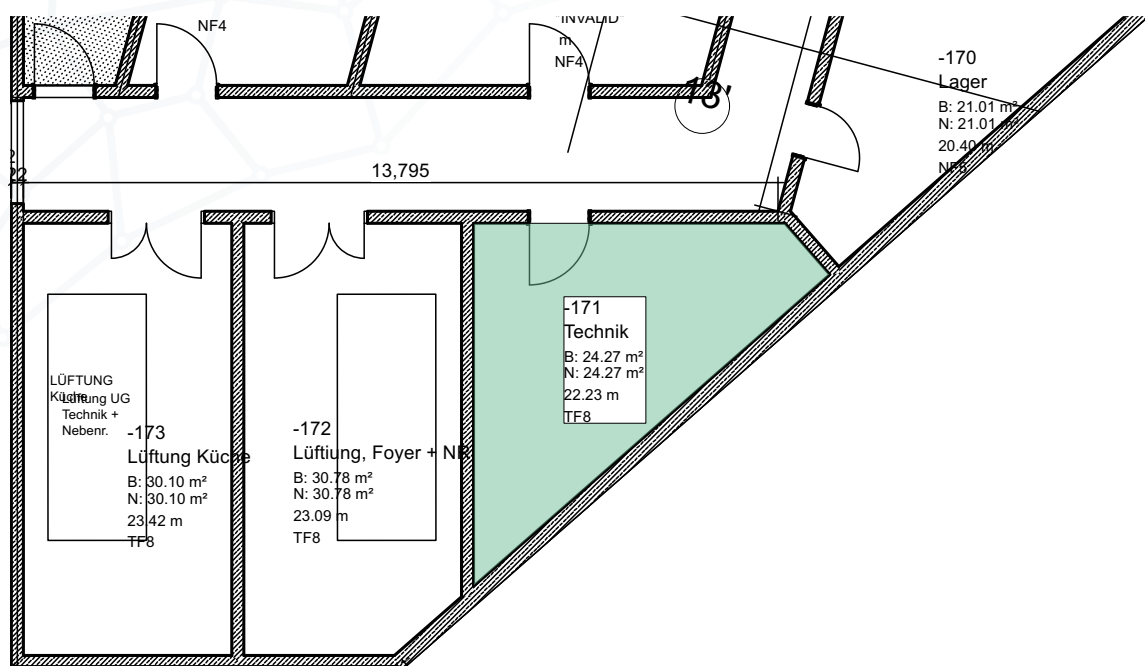
Laut Grundriss: (-171/Technik/TF8 Betriebstechnische Anlage/24,27m²)

Der Platzbedarf beläuft sich auf ca. 2-3 m (Breite) x ca. 2,2 m (Raumhöhe) x 1 m (Tiefe).

Im Technikraum werden ein Frischwasser- und ein Schmutzwasseranschluss benötigt, sowie ein Elektroanschluss und eine Datenverbindung (WLAN) für die Fernwartung der Steuereinheit.



Beispiel einer Bewässerungsanlage mit 7 Bewässerungskreisen und automatischer Entleerung (© Vertiko, 2023)



Grundriss TG Verortung Technikraum (Quelle: CityArc)

12 Wasserherkunft und Wasserqualität

Die Verwendung von Regenwasser für die Bewässerung der Gebäudebegrünungen ist nicht nur für Pflanzen besser verträglich, sondern auch ökologisch sinnvoll. Die Wasserqualität wirkt sich in mehrfacher Hinsicht auf die Ernährung der Pflanzen und damit auf deren Stressempfindlichkeit, Gesundheit und Aussehen aus.

Bei einer Verwendung von Trinkwasser für die Bewässerung, ist die Wasserqualität zu bestimmen, um pflanzen-schädliche Stoffe im Wasser ausschließen zu können. Gemäß den Angaben des Trinkwasserlabors „Energies“ liegt die Wasserhärte im entsprechenden Versorgungsgebiet bei ca. 4,1 °dH und somit im Härtebereich „weich“. Aus technischer Anlagensicht ist dies optimal. Sämtliche Parameter der Wasseranalyse sind für die Verwendung als Gießwasser geeignet (FLL-Bewässerungsrichtlinien) und müssen gegebenenfalls noch über die Düngezugabe abgestimmt werden.

Trinkw.-Unters. Anlage 6 Teil 1 TrinkwV: Parameter der Gruppe B - Anl. 2T1+3

1. Ausfertigung vom 07.04.2025

Untersuchungsparameter	Einh.	Messwert	Grenzwerte		Verfahren		Bemerkung
			Min.	Max.			
Fluorid	mg/l	0,04		1,50	DIN EN ISO 10304-1:2009		
Geruch (qualitativ)		nein			DIN EN 1622:2006 / ANHANG C	3)	
Geschmack		ohne			DIN EN 1622:2006 / ANHANG C	3)	
Gesamthärte	°dH	4,1			DIN 38409-6		
Kalium	mg/l	4,1		12,0	DIN EN ISO 14911:1999		
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	191		2790	DIN EN 27888:1993	3)	
Magnesium	mg/l	2,2			DIN EN ISO 14911:1999		
Mangan, gesamt	mg/l	<0,002		0,05	DIN EN ISO 17294-2 (E29) 2017-01	1)	(D-PL-18908-01-00)
Natrium	mg/l	3,7		200,0	DIN EN ISO 14911:1999		
Nitrat	mg/l	6,4		50,0	DIN EN ISO 10304-1:2009		
Nitrit	mg/l	<0,005		0,1	DIN EN 26777:1993		
Nitrat / Nitrit-Formel	mg/l	0,13		1,00	X017		
Ges. org. Kohlenstoff (TOC)	mg/l	0,3			DIN EN 1484 (H3) 2019-04		
Oxidierbarkeit	mg/l O2	<0,50		5,00	DIN EN ISO 8467:1995		
pH-Wert Calcit-Sättigung		8,40			DIN 38404-10:2012		
Delta-pH-Wert		-0,38			DIN 38404-10:2012		
pH-Wert elektrometrisch		8,02	6,50	9,50	DIN EN ISO 10523:2012	3)	
Summe Kationenäquivalente	mmol/l	1,73			DIN 38404-10:2012		
Summe Anionenäquivalente	mmol/l	1,74			DIN 38404-10:2012		
Fehler der Ionenbilanz	%	0,63			DIN 38404-10:2012		
Quecksilber	µg/l	<0,10		1,00	DIN EN ISO 17294-2 (E29) 2017-01	1)	(D-PL-18908-01-00)
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	1,02			DIN 38409-7:2005		
Selen	µg/l	<0,60		10,00	DIN EN ISO 17294-2 (E29) 2017-01	1)	(D-PL-18908-01-00)
Sulfat	mg/l	19,9		250,0	DIN EN ISO 10304-1:2009		
Trübung	FNU	0,28		1,00	DIN EN ISO 7027-1:2016	3)	
Uran	µg/l	<0,20		10,00	DIN EN ISO 17294-2 (E29) 2017-01	1)	(D-PL-18908-01-00)
Wassertemperatur bei Entnahme	°C	10,2			DIN 38404-4:1976	3)	

13 Wasserbedarf

Für die Wasserbedarfsrechnung werden Solargründächer nicht berücksichtigt, da diese keine aktive Bewässerung benötigen. Folgend werden nur die Begrünungstypen 1 und 2 sowie der Dachgarten berücksichtigt.

Mit dem Wachstum der Pflanzen und steigender Blattoberfläche, erhöht sich sowohl die Konkurrenz um Wasser im Wurzelraum als auch die Verdunstungsleistung der Pflanzen. Hierzu zählen nicht nur die Kletterpflanzen, sondern auch die Unterpflanzung und unkontrollierter Fremdaufwuchs. Dadurch steigt der Wasserbedarf der Pflanzung bis zur Erreichung des Begrünungsziels. Die Kontrolle und Justierung der Bewässerung ist im Zuge der Pflege sicherzustellen. Maßgebliche Faktoren für den Wasserbedarf sind die jahreszeitlichen Unterschiede (Temperatur), die Exposition (Sonne / Schatten) und der Wasseranspruch der zu bewässernden Pflanzen.

Begrünungstyp 1:

Wasserbedarf bei boden- oder troggebundener Begrünung mit Kletterpflanzen.

Der Wasserbedarf richtet sich nach der Gesamtlänge der Tropfschläuche sowie der Bewässerungszeit.

Wasserbedarf pro Betriebsstunde 3,33 Tropfer / m Tropfschlauch x 2,3 l/h	27 m x 7,66 l/h = 206,82 l/h	0,21 m³/h
Normalbetrieb (15 Wochen) 2 x 0,5 h pro Woche	15 Wochen x 1 h x 0,21 m³	3,15 m³/h
Sommerbetrieb (15 Wochen) 4 x 0,5 h pro Woche	15 Wochen x 2 h x 0,21 m³	6,3 m³/h
Winterbetrieb (15 Wochen) 2 x 0,5 h pro Woche	15 Wochen x 1 h x 0,21 m³	3,15 m³/h

Abschätzung Wasserbedarf pro Jahr

12,6 m³

Begrünungstyp 2:

Wasserbedarf bei boden- oder troggebundener Begrünung mit Kletterpflanzen.

Der Wasserbedarf richtet sich nach der Gesamtlänge der Tropfschläuche sowie der Bewässerungszeit.

Wasserbedarf pro Betriebsstunde 3,33 Tropfer / m Tropfschlauch x 2,3 l/h	27 m x 7,66 l/h = 206,82 l/h	0,21 m³/h
Normalbetrieb (15 Wochen) 2 x 0,5 h pro Woche	15 Wochen x 1 h x 0,21 m³	3,15 m³/h
Sommerbetrieb (15 Wochen) 4 x 0,5 h pro Woche	15 Wochen x 2 h x 0,21 m³	6,3 m³/h
Winterbetrieb (15 Wochen) 2 x 0,5 h pro Woche	15 Wochen x 1 h x 0,21 m³	3,15 m³/h

Abschätzung Wasserbedarf pro Jahr

12,6 m³

Begrünungstyp 3: Dachgarten

Je m² werden ca. 3 m Tropfschlauch benötigt

Wasserbedarf pro Betriebsstunde 3,33 Tropfer / m Tropfschlauch x 2,3 l/h	493 m² x (7,66 l/h x 3) = 11.329,14/h	11,32 m³/h
Normalbetrieb (15 Wochen) 2 x 0,5 h pro Woche	15 Wochen x 1 h x 11,32 m³	11,32 m³/h
Sommerbetrieb (15 Wochen) 4 x 0,5 h pro Woche	15 Wochen x 2 h x 11,32 m³	22,64 m³/h
Winterbetrieb (15 Wochen) 2 x 0,5 h pro Woche	15 Wochen x 1 h x 0,11,32 m³	11,32 m³/h

Abschätzung Wasserbedarf pro Jahr

45,28 m³

14 Hinweise zur brandschutztechnischen Bewertung

Brandschutzanforderungen an Gebäude ergeben sich aus der Landesbauordnungen sowie aus länderspezifischen Verwaltungsvorschriften mit den eingeführten Technischen Baubestimmungen (ETB), die baurechtlich verbindlichen Richtlinien, Normen und technische Regeln darstellen.

Aus brandschutztechnischer Sicht setzt sich eine Fassadenbegrünung aus nicht klassifizierbaren Bestandteilen, nämlich biologisch nachwachsenden Pflanzen, zusammen, die keine Bauprodukte im Sinne der MBO sind, jedoch Verbindung zu Bauteilen mit Brandschutzanforderungen aufweisen oder auf diesen Bauteilen wachsen. Obwohl für den Begriff Fassadenbegrünung keine baurechtliche Definition vorliegt, ist die brandschutztechnische Bewertung der Fassadenbegrünung Bestandteil des bautechnischen Nachweises nach § 66 MBO (Brandschutznachweis) und kann Baugenehmigungsverfahren beeinflussen.

Das heißt, dass zum jetzigen Stand keine Regelungen zur Fassadenbegrünung im Hinblick auf den Brandschutz vorliegen, Fassadenbegrünung jedoch politisch gefordert, z. T. auch gefördert und mancherorts bereits vorgeschrieben ist.

Als eines der Argumente gegen Fassadenbegrünung wird oft das Thema Brandschutz genannt, da grundsätzlich angenommen wird, dass Pflanzen eine Brandlast darstellen. Das Brandverhalten von Fassadenbegrünungen ist jedoch aufgrund mangelnder großmaßstäblicher Versuchsanordnungen noch weitestgehend unerforscht.

Großbrandversuche, durchgeführt durch die Magistratsabteilung 39 (Prüf- Überwachungs- und Zertifizierungsstelle) der Stadt Wien, zeigten, dass grundsätzlich alle getesteten Pflanzen zu einer vertikalen Brandweiterleitung beitragen, indem sie strohfeuerartig in kurzer Zeit (wenige Sekunden) nach oben hin wegbrennen und zum Teil weiterglimmen. Dabei war eine Entzündung der Blätter zu erkennen, ein Mitbrand der verholzten Triebe jedoch nicht bzw. nur in sehr geringem Ausmaß in der Nähe der Brandkammer und somit im Bereich der höchsten Temperaturen zu erkennen war.

Das laufende Forschungsprojekt „Fire Safe Green“ unter Leitung der TU München soll Erkenntnisse über das Brandverhalten von Fassadenbegrünungen liefern und konkrete Vorgaben bzw. Vorschläge für eine brandschutztechnisch sichere Verwendung von Fassadenbegrünungen erarbeiten. Die durchgeführten Brandversuche haben ergeben, dass:

- Grüne Pflanzen schlecht brennen, sie fangen erst nach einiger Zeit Feuer, wenn das enthaltene Wasser verdampft ist;
- Die Blätter als Strohfeuer (in wenigen Sekunden) verbrennen;
- Es keine signifikanten Unterschiede unter den Pflanzenarten gibt;
- Es keine signifikanten Unterschiede zwischen belaubtem und unbelaubtem Zustand (Sommer / Winter) gibt;
- Es keine signifikanten Unterschiede zwischen jungen und alten Pflanzen gibt;
- Alle Pflanzen nach Ende der Primärbrandeinwirkung selbstverlöschend sind;
- Eine horizontale Brandausbreitung nur in geringem Umfang auftritt.

Konsens unter allen beteiligten Fachleuten des Forschungsprojektes ist, dass eine Fassadenbegrünung gepflegt und gewartet werden muss und um dies zu gewährleisten, entsprechend langfristige Verträge abzuschließen sind. Eine frühzeitige Einbindung und Abstimmung mit der für den vorbeugenden Brandschutz zuständigen Abteilung der Feuerwehr Braunschweig wird empfohlen.

15 Herstellungskosten

15.1 Kostenschätzung Bewässerungstechnik (+/- 40%)

Die Kosten für die Bewässerungsanlage variieren nach Art und Umfang der zu bewässernden Flächen und Begrünungen sowie der technischen Ausstattung z. B. Zisternen- und Pumpentechnik, Wassertrennung bei Trinkwassernutzung, etc.

Kostenpunkt	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis
Bewässerungsanlage - Fördertechnik - Filter - Steuereinheit - Armaturen & Magnetventile	1	pauschal	12.000,00 €	17.000,00 €
Sanitärinstallationen - Wasserleitungen etc.	1	pauschal	4.500,00 €	4.500,00 €
Elektroinstallation - Bewässerungssteuerung - Internet - Stromversorgung allgemein	1	pauschal	2.000,00 €	2.000,00 €
Herstellungskosten Bewässerungsanlage				23.500,00 €

Annahmen:

- Platz für technische Installationen in Technikzentrale ist vorhanden
- Sicherungseinrichtungen und Notentwässerung in Technikzentrale sind vorhanden

Nicht enthalten:

- Bewilligungen, Gebühren
- Planungshonorar
- Sanitärinstallationen bis Technikzentrale und zwischen Technikzentrale und Begrünungen
- Elektroinstallationen bis Technikzentrale und zwischen Technikzentrale und Unterstationen -Sickermulden- / ^ rigolen, Filterung, Leitungen, Erd- und Anschlussarbeiten

15.2 Kostenschätzung Begrünungstyp 1 - Variante 1 - (+/- 40%)

Alle angefragten Hersteller und Installationspartner erhielten dieselben pauschalen Angaben für eine Abschätzung der Herstellungskosten. Die genannten Preise sind als Richtpreise zu verstehen. Mit zunehmender Planungstiefe steigt die Belastbarkeit der ermittelten Kosten.

Kostenpunkt	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis
Bodenquartier -Aushub -Anlieferung -Substrat -Verfüllen	19	m³	320,00 €	6.080,00 €
Integrierte Bewässerung -Tropfbewässerung -Leitungen und Fittings	50	Lfm	35,00 €	1.750,00 €
Kletterhilfe Seilkonstruktion Variante 1	28	Stk.	2.500,00 €	70.000,00 €
Kletterpflanzen -Liefern -Pflanzen -Fertigstellungspflege	28	Stk.	200,00 €	5.600,00 €
Unterpflanzung -Liefern -Pflanzen -Fertigstellungspflege	10	m²	60,00 €	600,00 €
Herstellungskosten Variante 1				84.030,00 €

15.3 Kostenschätzung Begrünungstyp 1 - Variante 2 - (+/- 40%)

Kostenpunkt	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis
Bodenquartier -Aushub -Anlieferung -Substrat -Verfüllen	19	m³	320,00 €	6.080,00 €
Integrierte Bewässerung -Tropfbewässerung -Leitungen und Fittings	50	Lfm	35,00 €	1.750,00 €
Kletterhilfe Gitter Variante 2	269	m²	300,00 €	80.700,00 €
Kletterpflanzen -Liefern -Pflanzen -Fertigstellungspflege	20	Stk.	200,00 €	4.000,00 €
Unterpflanzung -Liefern -Pflanzen -Fertigstellungspflege	10	m²	60,00 €	600,00 €
Herstellungskosten Variante 1				93.130,00 €

15.4 Kostenschätzung Begrünungstyp 1 - Variante 3 - (+/- 40%)

Alle angefragten Hersteller und Installationspartner erhielten dieselben pauschalen Angaben für eine Abschätzung der Herstellungskosten. Die genannten Preise sind als Richtpreise zu verstehen. Mit zunehmender Planungstiefe steigt die Belastbarkeit der ermittelten Kosten.

Kostenpunkt	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis
Wandgebundenes Begrünungssystem - Unterkonstruktion - Vegetationsträger - Bepflanzung - integrierte Bewässerung	286	m ²	800 €	228.800,00 €
Herstellungskosten Bewässerungsanlage				228.800,00 €

Annahmen:

- Tragfähiger Verankerungsgrund für die Unterkonstruktion ist vorhanden
- Fassadengerüst ist bauseits vorhanden
- Platz für technische Installationen (separate Bewässerungsanlage) in Technikzentrale ist vorhanden
- bauseitige Leitungsverlegung innerhalb des Gebäudes
- Entwässerung ist vorhanden
- Bewegungs- / Aufstellflächen für Hilfsgeräte sind vorhanden
- Verkehrsrechtliche Anordnungen und Genehmigung sind vorhanden

Nicht enthalten:

- Bewilligungen, Gebühren
- Planungshonorar
- Sanitärinstallationen bis Technikzentrale und zwischen Technikzentrale und Begrünungen
- Elektroinstallationen bis Technikzentrale und zwischen Technikzentrale und Begrünung
- Hilfsgerät / Steiger für Pflegearbeiten
- Sicherungsmaßnahmen, Verkehrszeichen

15.5 Kostenschätzung Begrünungstyp 2 (+/- 40%)

Alle angefragten Hersteller und Installationspartner erhielten dieselben pauschalen Angaben für eine Abschätzung der Herstellungskosten. Die genannten Preise sind als Richtpreise zu verstehen. Mit zunehmender Planungstiefe steigt die Belastbarkeit der ermittelten Kosten.

Kostenpunkt	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis
Bodenquartier -Aushub -Anlieferung -Substrat -Verfüllen	110	m ³	320,00 €	35.200,00 €
Integrierte Bewässerung -Tropfbewässerung -Leitungen und Fittings	231	Lfm	35,00 €	8.085,00 €
Kletterhilfe Seilkonstruktion Variante 1	1400	m ²	210,00 €	294.000,00 €
Kletterpflanzen -Liefern -Pflanzen -Fertigstellungspflege	136	Stk.	200,00 €	27.200,00 €
Unterpflanzung -Liefern -Pflanzen -Fertigstellungspflege	80	m ²	60,00 €	4.800,00 €
Herstellungskosten Variante 1				369.285,00 €

Annahmen:

- Tragfähiger Verankerungsgrund für die Unterkonstruktion ist vorhanden
- Fassadengerüst ist bauseits vorhanden
- Platz für technische Installationen (separate Bewässerungsanlage) in Technikzentrale ist vorhanden
- bauseitige Leitungsverlegung innerhalb des Gebäudes
- Entwässerung ist vorhanden
- Bewegungs- / Aufstellflächen für Hilfsgeräte sind vorhanden
- Verkehrsrechtliche Anordnungen und Genehmigung sind vorhanden

Nicht enthalten:

- Bewilligungen, Gebühren
- Planungshonorar
- Sanitärinstallationen bis Technikzentrale und zwischen Technikzentrale und Begrünungen
- Elektroinstallationen bis Technikzentrale und zwischen Technikzentrale und Begrünung
- Hilfsgerät/Steiger für Pflegearbeiten
- Sicherungsmaßnahmen, Verkehrszeichen

15.6 Kostenschätzung Begrünungstyp 3 Solargründach (+/- 40%)

Die Herstellungskosten extensiver Dachbegrünungen ohne PV-Anlage liegen ca. zwischen 40 und 80 EUR/m², je nach Größe, Substratdicke und Hersteller. Die Baukosten eines extensiven Gründaches sind damit gleich oder geringfügig höher als bei einem herkömmlichen Flachdach. Langfristig kommt das begrünte Dach aber günstiger, vor allem wenn volkswirtschaftlichen und ökologischen Kosten berücksichtigt werden.

- Begrünte Flachdächer haben eine 1,5-fache Lebensdauer im Vergleich zu herkömmlichen Flachdächern;
- Der Kühleffekt im Sommer reduziert konstant die Kosten für die Raumklimatisierung;
Der Wärmedämmeffekt im Winter führt zu reduzierten Heizkosten;

Kostenpunkt	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis
Extensive Dachbegrünung -Unterbau -Bepflanzung -Unterkonstruktion für PV Modul	2.038	m ³	80,00 €	163.040,00 €
Herstellungskosten Solargründach				163.040,00 €

15.7 Kostenschätzung Begrünungstyp 3 Intensivdach/Gartendach (+/- 40%)

Die Herstellungskosten einer Intensivbegrünung sind abhängig von den individuellen Gestaltungs- wünschen für Pflanzflächen, befestigte Flächen und Bewässerung und liegen ca. zwischen 250 und 400 EUR/m². Weitere preisbildende Parameter sind die Schichtdicke, die Gesamtfläche und der Grün- Flächenanteil sowie der Hersteller.

Kostenpunkt	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis
Intensive Dachbegrünung -Unterbau -Bepflanzung -Retentionsboxen	493	m ³	350,00 €	172.550,00 €
Herstellungskosten Dachgarten				172.550,00 €

16 Betriebskostenschätzung

16.1 Betriebskostenschätzung Wartung Bewässerungsanlage (+/- 40%)

Die Kosten für die Wartung der Bewässerungsanlage sind u. a. abhängig von der Komplexität des Systems, z. B. Regenwassernutzung, und der verbauten Komponenten sowie der Anzahl an der Technikzentralen und Unterstationen. Die Stromkosten für Pumpen etc. sind als geringfügig einzustufen.

Kostenpunkt	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis
Wartung, 2 x jährlich - Kontrolle / Instandhaltung - Einwinterung / Inbetriebnahme - Austausch von Verschleißteilen	1	pauschal	4.000,00 €	4.000,00 €
Betriebskostenschätzung Wartung Bewässerungsanlage				4.000,00 €

16.2 Betriebskostenschätzung Begrünungstyp 1 Variante 1 und 2 (+/- 40%)

Die Pflegekosten mehrten sich mit dem Zuwachs der Pflanzen und der benötigten Zeit für die Pflegemaßnahmen. Zunächst sind die Pflegekosten geringer, nach Erreichung des Begrünungsziels sind die Kosten wie folgt einzuschätzen.

Kostenpunkt	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis
Pflege Kletterpflanzen 2 x jährlich	270	m ²	14,00 €	3.640,00 €
Pflege Unterpflanzung 2 x jährlich	10	Lfm	10,00 €	100,00 €
Betriebskostenschätzung Begrünungstyp 1 Variante 1 und 2				3.740,00 €

16.3 Betriebskostenschätzung Begrünungstyp 1 Variante 3 (+/- 40%)

Bei wandgebundenen Begrünung ist von einer aufwändigeren Pflege auszugehen. Grund ist der komplexere Aufbau des Systems sowie eine deutlich höhere Frequenz der Nachpflanzung.

Kostenpunkt	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis
Pflege Kletterpflanzen 2 x jährlich	286	m ²	16,00 €	4.576,00 €
Betriebskostenschätzung Begrünungstyp 1 Variante 3				4.576,00 €

16.4 Betriebskostenschätzung Begrünungstyp 2 (+/- 40%)

Die Pflegekosten mehren sich mit dem Zuwachs der Pflanzen und der benötigten Zeit für die Pflegemaßnahmen. Zunächst sind die Pflegekosten geringer, nach Erreichung des Begrünungsziels sind die Kosten wie folgt einzuschätzen.

Kostenpunkt	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis
Pflege Kletterpflanzen 2 x jährlich	1400	m ²	12,00 €	16.800,00€
Pflege Unterpflanzung 2x jährlich	80	m ²	7,00 €	560,00 €
Betriebskostenschätzung Begrünungstyp 2				17.360,00 €

16.5 Betriebskostenschätzung Begrünungstyp 3 (+/- 40%)

Die Kosten für die Pflege und Unterhaltung von extensiven Dachbegrünungen sind u. a. abhängig von der Flächengröße, der Erreichbarkeit und des Gründachaufbaus. Ein Richtwert liegt etwa bei ca. 3€/m²/Jahr.

Kostenpunkt	Menge	Einheit	Einheitspreis	Gesamtpreis
Extensive Dachbegrünung	2.038	m ²	3,00 €	6.114,00 €
Intensive Dachbegrünung Dachgarten	493	m ²	7,00 €	3.451 €
Betriebskostenschätzung Begrünungstyp 3				9.565,00 €

Annahmen:

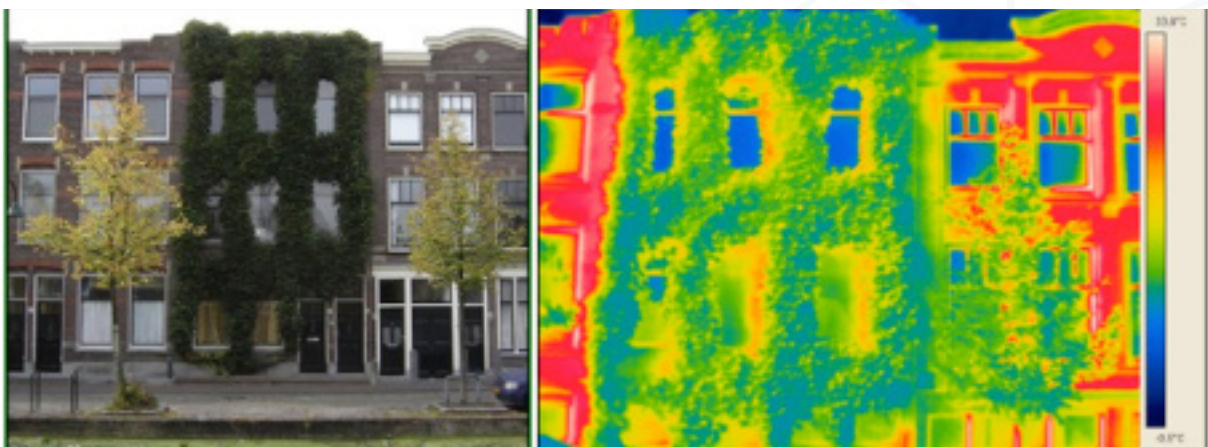
- Sicherungseinrichtungen für PSAG ist vorhanden
- Bewegungs- / Aufstellflächen für Hilfsgeräte sind vorhanden
- Verkehrsrechtliche Anordnungen und Genehmigung sind vorhanden

Nicht enthalten:

- Bewilligungen, Gebühren
- Sicherungsmaßnahmen, Verkehrszeichen
- Hilfsgerät / Steiger für Pflegearbeiten

17 Wirkungen einer Gebäudebegrünung

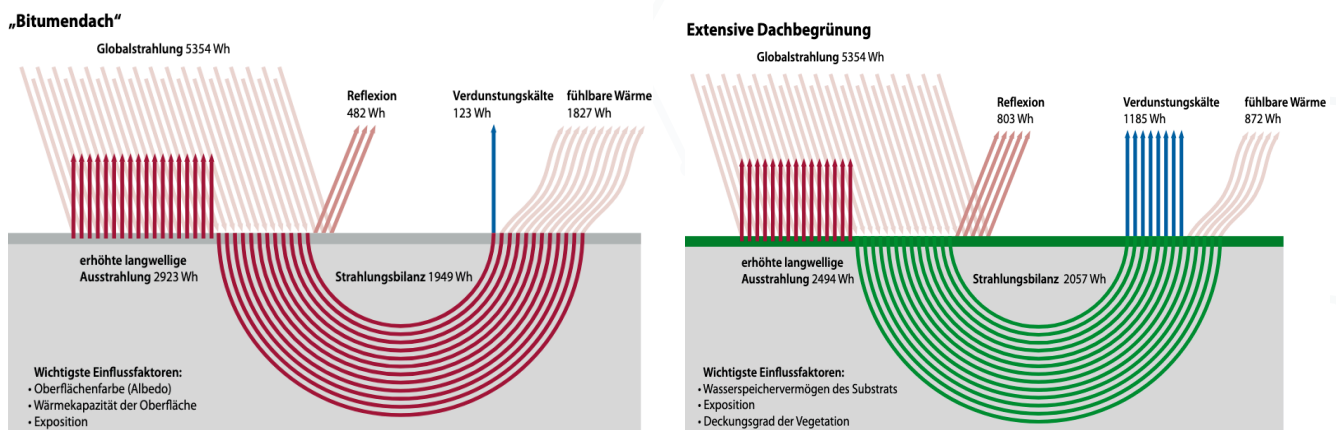
Eine Gebäudebegrünung steht im unmittelbaren Zusammenhang mit der energetischen Optimierung eines Gebäudes. Ein wichtiger Effekt ist dabei – neben der Absorption der Sonneneinstrahlung durch die Blattflächen die Verdunstungskühlung durch die Transpiration der Pflanzen und die Verdunstung von Oberflächenwasser. Diese natürlichen Kühlungseffekte verbessern das Mikroklima innerhalb des Gebäudes und im unmittelbaren Gebäudeumfeld. Fassadenbegrünungen sind – gegenüber Klimaanlagen – deutlich effizienter. Klimaanlagen verbrauchen immense Mengen an Energie und schädigen die Umwelt zusätzlich durch die Freisetzung von großen Mengen Abwärme. Eine Beschattung mit Pflanzen wirkt zudem – im Gegensatz zu einer technischen Beschattung – ansprechender und angenehmer auf die Nutzer. Eine Fassadenbegrünung kühlt jedoch nicht nur, sondern vermindert sowohl die Aufheizung als auch die Abkühlung der Gebäudeoberfläche, sodass die Gebäudehülle geringeren Temperatur-Amplituden ausgesetzt und der Wärmedurchgang reduziert ist. Sie bietet daher winterlichen und sommerlichen Kälte- und Wärmeschutz und vermindert somit Heiz- und Klimatisierungskosten. Neben den energetischen Wirkungen und der Verschattung bietet eine Fassadenbegrünung zudem einen Schutz der Gebäudehülle vor Witterungseinflüssen (Wind- und Feuchtebelastung) und Vandalismus (Graffiti).



Thermographische Aufnahme zur Verdeutlichung der Kühleffekte (Quelle: Fachvereinigung Bauwerksbegrünung)

Kühlungsleistung

Versiegelte Flächen wie Dächer und Straßen beeinflussen das Mikroklima durch eine Änderung der Strahlungsbilanz. Folge ist die Erhöhung der Temperaturen im engeren Gebäudeumfeld und ein unbehagliches Raumklima bzw. die Erhöhung des Energieverbrauchs bei der Gebäudeklimatisierung



Strahlungsbilanz eines begrüntes Daches als Beispiel für die positive Beeinflussung des Stadtklimas durch die Verdunstung von Regenwasser. Reduzierung des Anteils der sensiblen Wärme um ca. 70% sowie der thermischen Ausstrahlung Tagessumme in Wh/m² Juni – August 2000, UFA- Fabrik Berlin-Tempelhof

Eine Lösung besteht in der Gebäudebegrünung durch die Erzeugung von Verdunstungskälte. Durch die Erzeugung von Verdunstungskälte wird das Mikroklima im unmittelbaren Gebäudeumfeld verbessert. Eine Gebäudeklimatisierung, über die Verdunstung von Wasser, ist eine kosten-günstige und effektive Methode. Die Verdunstung von 1 m³ (1000 Liter) Wasser erzeugt (bei 30°) eine Verdunstungskälte von 680 kWh. Durch eine künstliche Bewässerung wird der Effekt der Verdunstungskühlung noch verstärkt. Entsprechend nimmt dann auch die Kühlungsleistung zu. Bei einer zusätzlichen Regenwassernutzung aus einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung können noch weitere Synergien erzielt werden.

Umfeldverbesserung und ökologische Aspekte

Die oben beschriebenen Kühleffekte haben nicht nur Auswirkungen auf das Gebäude selbst, sondern auch auf das unmittelbare Gebäudeumfeld. Eine begrünte Fassade kühlt, erhöht die Verdunstungsrate und Luftfeuchtigkeit und verbessert so das Kleinklima. Im Gebäudeumfeld tragen Fassadenbegrünungen so zur Minderung städtischer Aufheizung bei. Die Begrünung von Dächern und Fassaden wird daher angesichts zunehmender Hitzebelastung in Städten weiter an Bedeutung gewinnen.

Darüber hinaus binden Pflanzen Feinstaub und produzieren Sauerstoff, sodass begrünte Fassaden zur Verbesserung der Luftqualität und zur Reduktion der städtischen Schadstoffbelastung beitragen. Zudem erweitern sie das Lebensraum- und Nahrungsangebot für die städtische Tierwelt.

Akustik/Schallschutz

Durch Streuung und Dämpfung von Schall tragen Fassadenbegrünungen zur Minderung der Lärmbelastung im städtischen Raum bei. Der Schallminderungseffekt durch Fassadenbegrünungen ist dabei abhängig von den Pflanzen (Blattdichte, Blattfläche und -dicke, Oberflächenbeschaffenheit der Blätter, vorherrschende Blattstellung) und ggf. dem Substrat (Volumen, Gewicht), sodass zur effizienten Lärminderung insbesondere flächige wandgebundene Begrünungen vorteilhaft sind.

Insbesondere in engen Straßenquerschnitten mit anliegenden Fußgänger- und Radwegen sowie an Lärmschutzwänden und Orten mit hohen Emissionen kann Bauwerksbegrünung eine Möglichkeit zur Verbesserung der Luftqualität im urbanen Raum sein. Allgemein können für die Abscheidung von Partikeln auf Bauwerksbegrünungen folgende Einflussfaktoren genannt werden: meteorologische Bedingungen (Wind, Niederschlag, Luftfeuchte, Temperatur), Eigenschaften des Staubs (Größe der Partikeln, chemische Zusammensetzung), Pflanzenart und -wuchs (Permeabilität, Porosität/Dichte, Wuchshöhe), Blattbeschaffenheit (Oberfläche, Rauigkeit, Steifigkeit) und Anordnung der Pflanzen (Entfernung zur Quelle und anderen Objekten/Pflanzen).

Feinstaubbindung von Pflanzen

Pflanzen können in unterschiedlichem Ausmaß Feinstaub binden. Bei sogenannten Akkumulierern erfolgt eine Abscheidung von Stäuben auf den Blattoberflächen. Im Verlauf der Vegetationsperiode werden die Stäube hier angereichert. Die Blätter von Akkumulierern besitzen günstige Eigenschaften für die Partikelhaftung: eine raue Oberfläche und eine gute Benetzbarkeit. Ein Teil der Partikel bleibt auf der Blattoberfläche über die Vegetationsperiode hinweg trotz Niederschlägen haften. Auf Blättern des Wilden Weins (*Parthenocissus tricuspidata*) wies Thönnessen im Verlauf der Vegetationsperiode eine zunehmende Staubauflage nach. Es wird zudem davon ausgegangen, dass Pflanzen die Luftströmung verändern. Dies beeinflusst die lokale Konzentration, die Verteilung und Abscheidung von Luftschadstoffen. Sogenannte Selbstreiniger tragen insofern zur Feinstaubbindung bei, dass Sie die Stäube durch ihre vergrößerte Oberfläche abfangen, die Winde reduzieren und die Stäube durch den Regen dann abgereget werden. Bei angemessener Planung, Ausführung und Pflege, können Belastungssituationen so beeinflusst und minimiert werden. Bei bodengebundenen Vertikalbegrünungen wurde ein Bindungsvolumen von Feinstäuben im Bereich zwischen 4–6 g/m² für Kletterpflanzen festgestellt (*Parthenocissus tricuspidata* und *Hedera helix*, Woerner').

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (2010): Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung – Gebäude-begrünung, Gebäudekühlung. Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin in Kooperation mit Technische Universität Berlin und Hochschule Neubrandenburg. Pfoser, Nicole (2018): Vertikale Begrünung, Stuttgart. Thönnessen (2006): Feinstaub und Vegetation – Die EU-Feinstaubverordnung als Impuls für mehr Grün in den Städten. Das Taspo Magazin 3: 8-11

Moose

Laboruntersuchungen von Moosen zeigten, dass Moose durch verschiedene Mechanismen Feinstaub binden können. Moose haben durch ihre dicht stehenden Blättchen und oberflächenvergrößernden Strukturen eine große biologisch aktive Oberfläche. Ein Moospolster von einem Quadratmeter Größe hat Millionen kleinste Blättchen und damit eine im Verhältnis etwa dreißig Mal vergrößerte Oberfläche. Im Gegensatz zu Blütenpflanzen haben Moose keine Wurzeln. Wasser und Nährstoffe nehmen sie direkt über die Blattoberfläche auf. Deshalb haben sie eine sehr viel dünnere wasserabstoßende Wachsschicht (Cuticula) auf den Blättern, oder sie fehlt sogar ganz. Kommen Feinstaubpartikel in Kontakt mit den Moosen, haften sie an den Blättern. Moose brauchen – wie alle anderen Pflanzen auch – Nährstoffe zum Wachsen, etwa den Stickstoff aus dem Ammoniumnitrat. Dieser wird durch Kationenaustausch von den Moosen aufgenommen und in pflanzliche Biomasse umgewandelt. Zudem können Bakterien, die auf den Moosen leben, organische Substanzen aus Ruß und Reifenabrieb zersetzen. Weitere Bestandteile aus unlöslichen, anorganischen Stäuben sedimentieren in den Moosrasen. Schätzungen haben ergeben, dass ein Quadratmeter Moosfläche täglich Feinstaubmengen von 13 bis zu 22 Gramm aufnehmen kann. Weitere Forschungen bestätigen die Wirksamkeit von Moosen zur Reduzierung von Feinstaubbelastungen im innerstädtischen Bereich.

Fassadenbegrünung und Klimaschutz

Der Abbau organischer Stoffe – die Mineralisation – setzt immer klimawirksame Treibhausgase – insbesondere Kohlenstoffdioxid (CO₂) – frei und entlässt diese in die Atmosphäre, wo sie Energie aus der Sonneneinstrahlung absorbieren und so die Atmosphäre erwärmen. Durch die andauernde Verbrennung fossiler Energieträger – also fossiler organischer Stoffe – durch den Menschen nimmt der Anteil der Treibhausgase in der Atmosphäre immer weiter zu und führt so zu einer globalen Erwärmung der Atmosphäre. Bei der Photosynthese der Pflanzen werden aus dem Treibhausgas CO₂ und Wasser energiereiche organische Verbindungen aufgebaut, die als Biomasse Bestandteil aller Lebewesen sind. Bei diesem Prozess wird zum einen CO₂ aus der Atmosphäre entnommen und in Biomasse fixiert und zum anderen Sauerstoff in die Atmosphäre freigesetzt. Zwei Beispiele zeigen auf, wieviel CO₂ durch Pflanzenbewuchs gebunden werden kann: an einer Fassadenbegrünung aus *Hedera Helix* ‚Woerner‘ (Efeu) wurde eine CO₂-Bindung von ca. 2,3 kg / m² Pro Jahr errechnet. Grünland zeigte im Vergleich eine CO₂-Bindung von ca. 2,2 kg / m² pro Jahr. Pflanzen können jedoch nur dann als Kohlenstoff-Senke für die Atmosphäre wirken, wenn der durch die Photosynthese fixierte Kohlenstoff langfristig gebunden wird und nicht mehr als Treibhausgas in der Atmosphäre wirken kann. Um die Biomasse von Fassadenbegrünungen langfristig zu erhalten und so eine positive Klimawirkung zu erzielen, kann das Schnittgut mittels thermischer Karbonisierung (Pyrolyse) zu Pflanzenkohle verarbeitet werden. So lässt sich aus zwei Tonnen Grünschnitt etwa eine Tonne CO₂ langfristig der Atmosphäre entziehen. In dem im Oktober 2018 veröffentlichten Sonderbericht 1,5 °C globale Erwärmung wurde Pflanzenkohle erstmals vom IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) als eine vielversprechende Negative Emissionstechnologie (NET) erwähnt. Pflanzenkohle weist eine poröse Struktur und eine sehr große innere Oberfläche auf, sodass sie Wasser und Nährstoffe speichern und Schadstoffe binden kann. Anwendungsmöglichkeiten der Pflanzenkohle finden sich beispielsweise in der Landwirtschaft zur Verbesserung von Böden oder als Filtermaterial in der Wasseraufbereitung.

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (2010): Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung – Gebäude-begrünung, Gebäudekühlung. Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin in Kooperation mit Technische Universität Berlin und Hochschule Neubrandenburg. Pfoser, Nicole (2018): Vertikale Begrünung, Stuttgart Thönnessen (2006): Feinstaub und Vegetation – Die EU-Feinstaubverordnung als Impuls für mehr Grün in den Städten. Das Taspo Magazin 3: 8-11

18 Literaturverzeichnis

- [1] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V., Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen, Ausgabe 2018
- [2] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V., Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen, Ausgabe 2018
- [3] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V., Richtlinien für die Planung, Installation und Instandhaltung von Bewässerungsanlagen in Vegetationsflächen, Ausgabe 2015
- [4] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (2010): Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung – Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung. Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin in Kooperation mit Technische Universität Berlin und Hochschule Neubrandenburg.
- [5] Pfoser, Nicole (2018): Vertikale Begrünung, Stuttgart
- [6] Thönnessen (2006): Feinstaub und Vegetation – Die EU-Feinstaubverordnung als Impuls für mehr Grün in den Städten. Das Taspo Magazin 3: 8-11
- [7] Frahm (2007): Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (Hrsg.): Moose reduzieren die Feinstaubbelastung. In Bonn sollen nun Moosmatten zur Fahrbahnrand-Begrünung eingesetzt werden, online im Internet unter: <https://www.uni-bonn.de/neues/moose-reduzieren-die-feinstaubbelastung>, zuletzt abgerufen am: 23.08.2022, 09:30 Uhr
- [8] Fondation Ithaka Institute for Carbon Cycling, Ecosystem Remediation and Winegrowing, Ancienne Eglise 9, CH-1974 Arbaz (Switzerland), <https://www.ithaka-institut.org/>
- [9] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V., Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate, Ausgabe 2010
- [10] VHF Planung und Ausführung (2017): FVHF-Leitlinie Planung und Ausführung von vorgehängten hinterlüfteten Fassaden. Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e. V. (FVHF), Berlin
- [11] VHF Brandschutz (2016): Brandschutztechnische Vorkehrungen für vorgehängte hinterlüftete Fassaden (VHF) nach DIN 18516-1. Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e. V. (FVHF), Berlin
- [12] Noder, Julia (2019): Begrünte Fassaden aus brandschutztechnischer Sicht, München
- [13] Werner, Dieter und Pommer, Georg (2018): Studie zum Thema „Brandverhalten von Grün-fassaden in großmaßstäblichen Versuchen“, Wien
- [14] Köhler, Manfred (2022): Handbuch Bauwerksbegrünung (2. Auflage), Köln
- [15] Wiener Umweltschutzabteilung MA22 (2021): Leitfaden Dachbegrünung, Wien
- [16] Wiener Umweltschutzabteilung MA22 (2019): Leitfaden Fassadenbegrünung, Wien



VERFASSER:IN



CityArc | Institut für Stadtnatur AG
Augustinerplatz 2
79098 Freiburg
www.cityarc.de

FASSUNGSDATUM 06.10.2025